



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

Ботанический сад УрО РАН

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

1(35)2010

Екатеринбург
2010

УДК 630

Леса России и хозяйство в них: жур. Вып. 1(35) / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2010. – 78 с.
ISBN 978-5-94984-309-3

Редакционный совет:

В.А. Азаренок – председатель редакционного совета, главный редактор,
Н.А. Луганский – зам. гл. редактора, С. В. Залесов – зам. гл. редактора,
С.А. Шавнин – зам. гл. редактора

Редколлегия:

В.А. Усольцев, Э.Ф. Герц, А.А. Санников, Ю.Д. Силуков, В.П. Часовских, А.Ф. Хайретдинов, Б.Е. Чижов, В.Г. Бурындин, Н.А. Кряжевских –
ученый секретарь

Ответственные редакторы:

Э.Ф. Герц д-р техн. наук, доцент, С.В. Залесов д-р с.-х. наук, профессор,
Н.А. Луганский д-р с.-х. наук, профессор

Утвержден редакционно-издательским советом Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630

ISBN 978-5-94984-309-3

© ГОУ ВПО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2010

УДК 378

**В.А. Азаренок, С.В. Залесов,
С.И. Булдаков, В.Г. Новоселов**
(V.A. Azarenok, S.V. Zalesov,
S.I. Buldakov, V.G. Novoselov)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Азаренок Василий Андреевич родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Хабаровский политехнический институт, кандидат технических наук, профессор, ректор Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 135 научных работ по проблеме экологизации рубок спелых и перестойных насаждений.



Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г. В 1981 г. окончил Уральский лесотехнический институт. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 400 печатных работ по проблеме оптимизации лесопользования.



Булдаков Сергей Иванович родился в 1951 г. В 1973 г. окончил Уральский лесотехнический институт. Кандидат технических наук, профессор, проректор по учебной работе Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 190 печатных работ в области строительства дорог из укрепленных грунтов.



Новоселов Владимир Геннадьевич родился в 1954 г. В 1976 г. окончил Уральский лесотехнический институт. Кандидат технических наук, доцент, проректор по экономике и работе с персоналом Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 150 печатных работ в области динамики и надежности деревообрабатывающих машин.

**80 ЛЕТ ВЫСШЕМУ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОМУ
ОБРАЗОВАНИЮ НА УРАЛЕ**
(HIGHER FORESTRY ENGINEERING EDUCATION
IN THE URALS IS 80)

Приведены сведения о прошлом, настоящем и будущем Уральского государственного лесотехнического университета. На основании фактического материала показан научный и образовательный потенциал единственного в Уральском федеральном округе высшего учебного заведения лесотехнического профиля.

Some data on the past, present-day and future of the Ural state forestry engineering university are cited in this paper. Scientific and educational potential of the only in the Ural federal district higher educational establishment of forestry engineering profile is shown here.

Уральский федеральный округ знаменит своими богатейшими лесными ресурсами, которые интенсивно эксплуатируются в интересах страны более трех столетий. Большинство современных насаждений пройдено двумя-тремя оборотами рубки, однако характеризуется достаточно высокими показателями производительности, а лесозаготовительная и лесоперерабатывающая отрасли занимают важное место в структуре современной промышленности округа. Совершенно не случайно приказом ВС НХ СССР от 5 мая 1930 г. в г. Свердловске был создан Уральский лесотехнический институт.

Несмотря на сложности разных лет в течение всей 80-летней истории, коллектив института стремился к совершенствованию учебного процесса на базе научных исследований, укреплял материально-техническую базу и воспитывал молодое поколение. В 1978 г. за успехи в подготовке высококвалифицированных специалистов и развитие научных исследований институту присвоено имя Ленинского комсомола, а в 1980 г. он награжден орденом Трудового Красного Знамени. В 1993 г. институт преобразован в Уральскую государственную лесотехническую академию, а в 2001 г. – в Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ).

В состав Уральского государственного лесотехнического университета сегодня входят:

- 10 факультетов: лесохозяйственный, лесоинженерный, лесомеханический, механической технологии древесины, инженерно-экологический, экономики и управления, гуманитарный, заочный, довузовского и дополнительного образования, институт качества жизни (на правах факультета);
- 4 института (автомобильно-дорожный, биотехнологии и наноматериалов, экологической токсикологии, безопасности движения);
- учебно-консультационный центр «Экологическая безопасность»;
- филиалы в городах: Озерский (Челябинская обл.), Советский (ХМАО-Югра, Тюменская обл.), Кудымкар (Пермский край);
- малая лесная академия для школьников (включая более 50 школьных лесничеств);
- Уральский информационно-консалтинговый центр лесного комплекса;
- Уральский лесной технопарк (учебно-опытный лесхоз УГЛТУ и Уральский сад лечебных культур им. Л. Вигорова);

- уникальный студенческий городок (комплекс из девяти благоустроенных общежитий на 4000 мест, культурных и спортивных сооружений, санатория-профилактория, кафе и столовых);

- научная библиотека, насчитывающая около 900 тыс. единиц хранения;

- университетская компьютерная сеть, насчитывающая более 1000 ПЭВМ с выходом в Интернет;

- учебно-производственные мастерские и научно-исследовательские лаборатории; спортивно-оздоровительный лагерь; гаражи и автодром; центр ассоциации международных автомобильных перевозок.

За свою 80-летнюю историю университет накопил огромный опыт образовательной, научной и практической работы. Из стен вуза вышли более пятидесяти тысяч дипломированных специалистов, многие из которых стали руководителями министерств и ведомств, предприятий и учреждений различных отраслей промышленности страны.

УГЛТУ обеспечивает развитие научных исследований и инновационных разработок в различных отраслях лесопромышленного комплекса и смежных с ним отраслей экономики страны: химической промышленности, транспорта, охраны окружающей среды, рекреационной и туристической индустрии. Уральский государственный лесотехнический университет, единственное в Уральском федеральном округе высшее учебное заведение лесотехнического профиля, стал реальным центром инновационно-образовательного комплекса – Университетского образовательного округа и осуществляет непрерывную многоступенчатую подготовку высококвалифицированных кадров различного уровня: от рабочих профессий до руководителей и специалистов для всех видов деятельности: инженерной, экономической, управленческой, сферы обслуживания и др.

Научно-образовательный потенциал университета определяется в первую очередь кадровым составом кафедр и лабораторий, где работает около 500 высококвалифицированных педагогов. Из них около 300 преподавателей имеют ученые степени и звания, в том числе около 50 – ученую степень доктора наук или ученое звание профессора, 250 – степень кандидата наук, 21 является членом общественных академий. Этот интеллектуальный ресурс гарантирует получение студентами фундаментальных знаний, навыков и умений, а также формирование лидерских качеств и основу к дальнейшему саморазвитию.

Уральский государственный лесотехнический университет сегодня – крупный научно-образовательный комплекс: в шести институтах, трех филиалах и на 10 факультетах обучается около 10 тысяч студентов по широкому спектру основных и дополнительных образовательных программ, обеспечивающих многоуровневость и непрерывность подготовки специалистов. В УГЛТУ подготовка ведется по программам высшего профессионального образования, объединенным в 13 укрупненных групп специальностей и направлений, охватывающих все сферы деятельности лесного комплекса, а также смежных с ним отраслей промышленности, в том числе:

- профориентации и подготовки к поступлению в вуз;
- среднего профессионального образования – 11;
- высшего профессионального образования (специалитет) – 25;
- направления подготовки бакалавров – 12;
- направления подготовки магистров – 7;
- специальности аспирантуры – 19;
- специальности докторантуры – 5;
- профессионального образования и дополнительной квалификации – 7.

За период с 2001 по 2009 гг. в университете открыто 19 новых специальностей и направлений. Среди них такие, как «Земельный кадастр», «Природопользование», «Защита окружающей среды», «Социально-культурный сервис и туризм» и др.

Подтверждением целенаправленной работы университета по подготовке специалистов высшей квалификации являются высокие показатели эффективности работы аспирантуры и докторантуры. В частности, в 2009 г. диссертационные работы в срок защитили 62 % аспирантов.

Аудитории и лаборатории университета оснащены современным учебным и научным оборудованием, которое постоянно пополняется. Так, был приобретен уникальный тренажер с процессорным управлением, который полностью имитирует работу оператора харвестера – лесозаготовительной машины нового поколения и копировально-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ.

Вуз располагает локальной компьютерной сетью, состоящей более чем из тысячи современных ПЭВМ с выходом в Интернет. Настоящей кладовой знаний является научная библиотека университета, которая насчитывает более восьмисот тысяч единиц хранения учебной, научной и специальной литературы. Ее четыре читальных и три электронных зала обслуживают свыше тридцати тысяч посетителей в год. В учебно-производственных мастерских, научно-исследовательских лабораториях, гаражах и автодроме, Уральском учебно-опытном лесхозе (площадью тридцать тысяч гектаров), саде лечебных культур студенты университета получают практические навыки и умение обращения с приборами, технологическим оборудованием, транспортными и технологическими машинами и т.д.

В УГЛТУ, вектором развития которого стало инновационное образование, подготовка специалистов неразрывно связана с требованиями реального сектора экономики. Стратегическое сотрудничество университета с министерствами и ведомствами Свердловской области, предприятиями, организациями и учреждениями Уральского региона обеспечивает ему финансовую устойчивость и возможность трудоустройства выпускников. Среди партнеров университета – предприятия Министерства природных ресурсов Свердловской области, Фанком, Соликамскбумпром, Свердловск-автодор, Туринский ЦБЗ, лесопромышленный комбинат «Лобва» и многие автотранспортные предприятия.

Ярким примером органического синтеза учебного, научного и производственного процессов стал Уральский лесной технопарк (Постановление правительства Свердловской области № 598 ПП от 26 июня 2007 г.). Инициаторами его формирования выступили УГЛТУ, Уральский союз лесопромышленников и правительство Свердловской области.

Уральский лесной технопарк выступает как полигон для формирования и апробации новейших технологий, которые затем будут реализованы на предприятиях Уральского региона. В бюджете Свердловской области на 2009 - 2011 гг. выделены средства на разработку проектов, касающихся вопросов утилизации бумаги, добровольной сертификации устойчивого лесопользования, технологий малоэтажного домостроения на основе лесоматериалов для улучшения энергетической эффективности внешней оболочки строений и нескольких других.

Ученые университета ведут фундаментальные, прикладные исследования и разработки по шести различным отраслям наук: естественным, техническим, сельскохозяйственным, химическим, экономическим и гуманитарным. Фундаментальные и поисковые научные исследования проводятся по Федеральной целевой программе «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», по ведомственной целевой программе «Развитие научного потенциала высшей школы» по заданию Министерства образования и науки России, по грантам Российского фонда фундаментальных исследований. Прикладные исследования и разработки ведутся по хозяйственным договорам с предприятиями и организациями.

Разработки УГЛТУ по переформированию производных березняков в хвойные насаждения, выполненные по заказу ЗАО «Фанком», на межрегиональной выставке-ярмарке «Лесной комплекс 2006» удостоены золотой медали и диплома I степени.

Ученые университета давно и эффективно способствуют решению самых острых и сложных задач лесного комплекса региона. Так, в течение последних двадцати лет все нормативные акты по ведению лесного хозяйства на территории УрФО создавались при участии сотрудников вуза. Последние активно участвуют в реализации программ модернизации лесного комплекса, ландшафтного строительства и озеленения столицы Урала, экологического мониторинга предприятий.

Сегодня основными направлениями инновационной деятельности вуза в рамках Уральского лесного технопарка стали исследования и внедрение модели интенсивного ведения лесного хозяйства, глубокой переработки древесины, использования отходов лесопереработки в качестве топлива для энергетических установок, применения новых материалов в деревянном домостроении, создание наноматериалов для систем очистки питьевой воды, промышленных и ливневых стоков, совершенствование строительства и эксплуатации, автомобильных дорог и ряд других.

Мировое сообщество в настоящее время обеспокоено повышением температуры нижних слоев атмосферы планеты. Основной причиной воз-

никновения данного эффекта являются парниковые газы. К парниковым газам в порядке их воздействия на тепловой баланс Земли относятся водяной пар, углекислый газ и др. Леса признаны наиболее надежной системой предотвращения парникового эффекта, так как они поглощают (депонируют) углекислый газ и аккумулируют углерод на продолжительный период. В университете за последние годы разработаны эмпирические модели депонирования углерода лесными насаждениями для отдельных территорий Уральского региона и Башкирии, значение которых недооценить невозможно. В декабре 2008 г. результаты работ были заслушаны и получили одобрение на заседании экономического совета при губернаторе Свердловской области.

Следует отметить, что в исследованиях, ведущихся в УГЛТУ, принимают активное участие и студенты, результаты работ которых отмечены медалями, грантами, дипломами и грамотами выставок и конкурсов различных уровней.

Научно-педагогические школы УГЛТУ получили международное признание. У университета сложились устойчивые многолетние связи с Университетом им. Менделя в Брно (Чехия) и Федеральным исследовательским институтом леса, снега и ландшафта (Швейцария), Северо-Восточным университетом лесного хозяйства г. Харбина (Китай), Колледжем туризма и гостиничного менеджмента (Кипр), Высшей школой дерева г. Нант (Франция) и др. С Высшей школой дерева г. Нант подписано трехстороннее соглашение, третьим участником которого стала Челябинская государственная агроинженерная академия.

В связи с вхождением России в Болонский процесс для выпускников университета, имеющего обширные международные связи, созданы все условия для получения двойного диплома бакалавра (нашего, российского, и иностранного) и владения двумя-тремя языками, освоенными в зарубежных стажировках.

На базе УГЛТУ ежегодно проходят крупные научные форумы, такие как международный Евразийский симпозиум «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» в рамках Евроазиатского лесопромышленного форума в Екатеринбурге; круглый стол «Шанхайская организация сотрудничества и проблемы международной безопасности»; международная научно-техническая конференция «Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса»; всероссийская научно-техническая конференция студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России».

Ученые университета неоднократно представляли нашу страну на международных симпозиумах. А в 2006 г. ведущие специалисты мира приехали в Екатеринбург для участия в конференции «Влияние изменений климата на бореальные и умеренные леса», которую проводил вуз. Материалы конференции позволяют оценить текущее состояние бореальных

(расположенных севернее 60-градусной параллели северной широты) и умеренных лесов и сформулировать рекомендации по их сохранению.

Университет – член многих международных объединений: союза лесных исследовательских организаций ИЮФРО, ассоциации INTAS, центра лесного хозяйства ICFFI, ассоциации автомобильного и дорожного образования. Доказательством высокой оценки деятельности старейшей высшей школы Урала стало также проведение на ее базе учебных практик студентов из европейских стран.

Жизнь молодежи не ограничивается учебой, производственной практикой, научными исследованиями. Вуз должен воспитать не только хорошего специалиста, но и активную личность. И в УГЛТУ для этого созданы все условия. Здесь действуют различные формы самоуправления, такие как отряд охраны правопорядка «Рысь» и профком студентов. Работает один из лучших в городе студенческих Дворцов культуры и спорта с вокальной и хореографической студиями, театром, хором русской народной песни. В летнее время на берегу озера Песчаное открывается спортивно-оздоровительный лагерь, в котором могут отдохнуть более пятисот юношей и девушек.

Студенческий городок – это восемь благоустроенных общежитий на три тысячи мест, столовая, кафе, магазин, санаторий-профилакторий, расположенные вокруг учебных зданий. Здесь же находится спортивный комплекс, в котором есть два игровых зала, помещения для занятий борьбой и боксом, стадион с искусственным покрытием футбольного поля и беговых дорожек, два теннисных и хоккейный корты.

Студенты имеют возможность выбрать себе занятие по душе и посвятить ему свободное от учебы время.

В последние годы «лесные» специальности вновь востребованы на рынке труда. Молодые люди, выбирая будущую профессию, приходят учиться в престижный вуз, внедряющий инновационные образовательные технологии и выпускающий профессионалов нового поколения. Недаром средний конкурс по УГЛТУ в 2007 и 2008 гг. составил четыре человека на место. А сам университет динамично развивается и превращается в интеллектуальный центр УрФО по разработке и реализации инновационных, научно-образовательных, исследовательских, информационных, социальных программ и национальных проектов в различных отраслях экономики.

Славные традиции, высокий кадровый потенциал, хорошая материально-техническая база, стремление коллектива соответствовать требованиям времени позволяют с оптимизмом смотреть на будущее университета.

Долгих лет тебе, кузница лесных кадров – Уральский государственный лесотехнический университет!



УДК 630 (420.5)

Н.Н. Чернов
(N.N. Tchernov)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Чернов Николай Николаевич родился в 1942 г. В 1965 г. окончил Уральский лесотехнический институт. В 2002 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Лесокультурное дело на Урале: становление, состояние, пути дальнейшего развития». В настоящее время работает профессором кафедры лесных культур и мелиораций в Уральском государственном лесотехническом университете. Опубликовал 160 печатных работ, в том числе 20 в изданиях ВАК. Научные интересы – лесокультурное дело и история лесного хозяйства на Урале.

180-ЛЕТНИЙ ОПЫТ УРАЛЬСКОГО ЛЕСОУСТРОЙСТВА И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ (180-UEAR EXPERIENCE OF THE FORESTRY DESCRIPTION AND ITS IMPORTANCE IN FORESTRY)

Приведены исторические особенности устройства уральских лесов различных форм собственности и управления, дана оценка организации лесного хозяйства, ее положительных сторон и недостатков, которые могут быть учтены при разработке перспективных систем ведения лесного хозяйства.

The basic features of the device of the Ural forests various patterns of ownership and management are resulted. The estimation at a qualitative level of the organization of a forestry is given, its positive parties and lacks which can be considered by development of perspective systems of conducting a forestry are noted.

Современное лесоустройство представляет собой интегральный научно-прикладной раздел комплекса биолого-лесоводственных наук о лесном покрове, определяющий природно-экологическую, социальную и экономическую значимость лесов, отражающий изменения их в пространстве и времени и обеспечивающий на этой основе разработку рациональных систем охраны, использования и воспроизводства лесных ресурсов. Большую роль в развитии научных и организационных основ лесоустройства сыграли отечественные лесоводы, в их числе уральские лесоводы И.И. Шульц, Н.Г. Мальгин, А.Е. Теплоухов и Ф.А. Теплоухов. Им принадлежит общероссийский приоритет в разработке ряда вопросов лесохозяйственной теории и практики.

Многие вопросы организации лесоустройства и лесного хозяйства впервые были разработаны и совершенствовались на Урале. Это было обусловлено высокой интенсивностью лесопользования для обеспечения нужд бурно развивающейся с начала XVIII в. горнозаводской промышленности.

Уральский опыт лесоустройства и организации лесного хозяйства интересен прежде всего широким спектром форм собственности на леса и форм управления ими на протяжении более чем столетнего периода до организации в 1947 г. Минлесхоза РСФСР, что нашло отражение в разнообразии подходов к устройству лесов и организации лесного хозяйства. На Урале накоплен уникальный опыт лесоустройства. Это единственный регион в стране, где в дореволюционный период использовались три различные методики лесоустройства: 1) горнозаводских лесов по инструкциям Канкрин и Вольского; 2) лесов Пермского имения графов Строгановых по инструкции Теплоухова, 3) казенных лесов по инструкциям Лесного департамента.

Начало ведения лесного хозяйства на Урале на основе лесоустройства связано с выходом «Инструкции об управлении лесной частью на горных заводах хребта Уральского по правилам лесной науки и доброго хозяйства», разработанной в 1830 г. при содействии министра финансов Е.Ф. Канкрин. Действие инструкции распространялось на леса казенных и посессионных горных заводов. Лесоустройство на протяжении 25 лет было выполнено на площади 8 млн га (в том числе в казенных лесах на площади 3,5 млн га, в посессионных – 4,5 млн га) под общим руководством главного лесничего Уральских горных заводов И.И. Шульца.

Лесоустройство осуществлялось на 100-летний период. Горнозаводская лесная дача, являющаяся объектом лесоустройства, с целью организации равномерного использования лесов делилась на четыре части, при этом ежегодно выдерживалось среднее расстояние вывозки угля и древесины. Размер кварталов в казенных горнозаводских лесах составлял 2,1 x 2,1 км, в посессионных лесах – 4,3 x 4,3 км. Дополнительно к глазомерной таксации, предусмотренной инструкцией Канкрин, И.И. Шульц внедрил перечислительную таксацию на «пробных десятинах» с применением изобретенного им дендрометра; для определения запасов древесины он использовал прусские таксационные таблицы Пфайля. В процессе лесоустройства И.И. Шульц составил свои «Таблицы прироста уральских лесов», которые были разрешены к использованию с 1841 г. лично министром Е.Ф. Канкриным.

При организации лесопользования И.И. Шульцем были внедрены рубки леса деланками вместо господствовавшей в то время сплошной рубки на неограниченном пространстве (рубка «степью»). Им были усовершенствованы предусмотренные «Проектом горного положения» 1806 г. рубки с шириной лесосек 42 м (20 сажень), чересполосным их примыканием, делением хвойных лесов в соответствии с оборотом рубки на 80 – 100, а

лиственных на 50 – 60 годичных лесосек и оставлением семенников. Ширина лесосек и оставляемых кулис была увеличена И.И. Шульцем до 107 м (50 саженей); при этом ширина оставляемых кулис могла быть 2–3-кратной. Вырубка кулис древостоя разрешалась только после возобновления примыкающих вырубок. Кулисные рубки способствовали решению проблемы естественного возобновления уральских лесов и широко применялись до начала XX в. Преемник И.И. Шульца на посту главного лесничего Н.Г. Мальгин заменил чересполосное примыкание лесосек на непосредственное. Такие рубки получили название узколесосечных. В усовершенствованном виде они до сих пор являются одним из основных видов рубок главного пользования в лесах нашей страны.

И.И. Шульц с целью успешного возобновления лесосек внедрил «семенные» (лесовосстановительные) рубки главного пользования, определив их цель, условия применения, основные технологические параметры и сроки проведения в зависимости от урожая семян, а также порядок оставления и рубки семенных деревьев, выполнивших свое назначение.

Основная задача лесоустройства – регулирование лесопользования – была достигнута в горнозаводских лесах лишь в начальный период после проведения лесоустройства. С течением времени планы ведения лесного хозяйства нарушались заводскими управителями с целью снижения стоимости древесного угля при решении текущих задач по обеспечению им заводов, что снижало ценность лесоустроительных материалов.

Н.Г. Мальгин внес вклад в обоснование оборотов рубки в лесах различного породного состава. Он предложил устанавливать обороты рубки с учетом возобновительной спелости («время, в которое получают лучшие семена») и физической спелости. Возраст возобновительной спелости им был установлен для ели, сосны и лиственницы в 80 лет, пихты – 100, березы – 40, осины – 50 и ольхи – 60 лет; возраст физической спелости для ели, пихты и лиственницы – в 140 лет, сосны – 120, липы – 100, березы и ольхи – 80, осины – 70 лет. На основе этих данных Н.Г. Мальгин считал, что «средний оборот рубки должен быть не менее 73 и не более 110 лет или в среднем $91\frac{1}{2}$ года. «Но если принять в расчет количественное отношение одних пород к другим, то нетрудно усмотреть, что в этом отношении бывают значительные отступления. Так, например, береза как второстепенная порода, составляющая примесь еловых и пихтовых лесов, может в течение этого времени быть вырубается при низкоствольном хозяйстве 3 раза с большой выгодой» (низкоствольное хозяйство в современном понимании – это система выращивания порослевых древостоев с низкими возрастами рубок в расчете на получение мелких и средних сортиментов).

Когда леса являются смешанными хвойно-лиственными, Н.Г. Мальгин считал, что обороты рубки, приведенные выше для отдельных пород, «должны изменяться и, по сущности своей, никогда не могут быть принимаемы за основание». В составе древостоев ели и пихты участвуют липа,

сосна, береза, осина и лиственница. Смешение этих пород с различным возрастом их физической (в современной терминологии – технической) спелости не дает возможности, считал Н.Г. Мальгин, установления такого оборота рубки, который соответствовал бы всем требованиям правильного высокоствольного хозяйства. С другой стороны, «состояние лесов, напротив, непременно требует введения этого способа рубки. Из этого следует, что при определении для них оборота рубки необходимо принимать в соображение только две главные породы, т.е. ель и пихту. Таким образом, возраст между двумя крайними оборотами будет 115-летний, т.е. совершенно соответствующий обстоятельствам и инструкции». Заметим, что в современном лесоустройстве возраст главной рубки и оборот рубки устанавливаются в пределах хозяйственной секции (сосновой, еловой и т. д.) по главной породе-эдификатору с учетом как технической, так и количественной спелости леса. Для сосны Н.Г. Мальгин рекомендовал устанавливать особый оборот рубки.

В середине XIX в. главный лесничий Пермского майоратного имения графов Строгановых А.Е. Теплоухов осуществил устройство горнозаводских лесов имения на площади 0,5 млн га на иной методической основе, организовав лучшее в России того времени лесное хозяйство. В 1848 г. он опубликовал свой главный труд – «Устройство лесов в помещичьих имениях. Руководство для управителей, лесничих и землемеров», за который был избран почетным членом Лесного общества. Получивший лесоводственное образование в Германии, А.Е. Теплоухов при разработке системы хозяйства использовал немецкий опыт. Он организовал «заказники» – сплошные лесные массивы, осуществив вынос за их границы многочисленных крестьянских хозяйств. Им была осуществлена высококачественная геодезическая съемка местности и таксация лесов. Территория лесной дачи делилась на хозяйственные части по территориальному признаку. Последние делились на участки (средняя величина их составляла 2 тыс. десятин), которые, в свою очередь, делились на делянки разной величины, но не менее 50 десятин (55 га), которые делились на лесосеки; иногда вычленение малых участков заменялось нарезкой лесосек. Для устройства территории была характерна разрубка широких просек различного назначения.

А.Е. Теплоухов разработал основные положения по обоснованию спелости леса и оборота рубки, порядка назначения в рубку делянок и лесосек, выделения хозяйственных частей, продолжительности рубки в хозяйственных частях. Они были направлены на обеспечение непрерывности лесовозобновительного процесса и лесопользования и повышение продуктивности лесов.

Повторное лесоустройство было начато в 1876 г. Ф.А. Теплоуховым. Масштабы этого лесоустройства были увеличены и внесены некоторые коррективы в методику лесоустройства. Оказалась невыполнимой реализация плана лесоустройства по ведению лесного хозяйства на протяжении

всего 80 – 100-летнего оборота рубки. Длительный план хозяйства должен был гарантировать лишь сохранность лесной дачи и улучшение состояния лесов. Все остальные плановые лесохозяйственные мероприятия должны иметь значительно более короткий срок действия. В соответствии с таким подходом должна устанавливаться и продолжительность ревизионного периода.

При повторном лесоустройстве под руководством Ф.А. Теплоухова перешли к составлению специального плана (проекта) организации и ведения лесного хозяйства на ближайший 10 – 20-летний период. Был осуществлён также переход по примеру горнозаводских лесов Урала к расчёту среднего расстояния от завода до лесосек, которое определялось умножением запасов старших классов возраста на среднее расстояние их от завода с последующим делением суммы полученных результатов на запас древесины. Среднее расстояние вывозки древесины должно было выдерживаться на протяжении всего ревизионного периода, при этом лесосеки на ревизионный период отводились без подразделения их по годам рубки. Места рубки на каждый год назначались лесничими в текущем порядке.

Были внесены коррективы и в проведение таксации леса. По предложению Ф.А. Теплоухова был внедрен новый для лесов имения метод таксации по кубическому запасу древесины разных пород и сортиментов. По соотношению запаса определялись породный состав древостоя и полнота. За норму запаса была принята наивысшая производительность древостоя в определённых лесорастительных условиях. Полнота древостоя делилась на пять равных классов. При повторном лесоустройстве 1876 г. сохранялись ещё 25-летние классы возраста хвойных древостоев, но при следующем лесоустройстве 1900 – 1901 гг. размер класса возраста был принят в 20 лет, как требовали инструкции Лесного и Горного департаментов. Был снижен и оборот рубки в хвойных насаждениях со 100 до 80 лет.

Устройство лесов, подведомственных Лесному департаменту России, началось на Урале в 1850-х годах по инструкции Арнольда. Здесь применялись свои методические подходы, отражавшие особенности ведения хозяйства в этих лесах. Уральский опыт устройства лесов и организации лесного хозяйства в лесах Лесного департамента представляет ограниченный интерес в связи с несравненно более низкой интенсивностью лесопользования в них в сравнении с горнозаводскими казенными, посессионными и частновладельческими лесами.

В конце XIX – начале XX вв. были осуществлены первичное устройство лесов в имении графов Шуваловых и лесов Оренбургского казачьего войска, двукратное повторное устройство в имении графов Строгановых, первичное и повторное устройство казенных и посессионных горнозаводских лесов.

Необходимо отметить объективную сложность в проведении лесоустроительных работ в лесах всех форм собственности и управления. После

реформы 1861 г. крестьянам нарезали наделы преимущественно в лесах, процесс этот длился десятилетия. И весь этот период времени существовала неопределенность в межевании и структуре площадей лесных дач, затруднявшая их устройство.

В первые три десятилетия советской власти учитывались прежде всего интересы многочисленных ведомств, в управление которым были переданы леса. В годы индустриализации страны резко возросли объемы лесозаготовок. В этот период нарушался основной принцип организации лесного хозяйства – равномерности и непрерывности лесопользования. За основу был принят принцип концентрации рубок. Первоочередному освоению подлежал лесной фонд, примыкающий к существующим путям транспорта. В зоне интенсивного лесопользования допускались перерубы расчетной лесосеки и рубка ценных лесов. Основным способом рубки в лесах лесопромышленной зоны были концентрированные с шириной лесосек до 1000 м, нарушались сроки примыкания лесосек. Все эти недостатки предусматривались материалами лесоустройства, выполнявшимися ведомственными лесоустроителями.

Обобщая предшествующий уральский опыт лесоустройства и организацию на его основе лесного хозяйства, можно сделать следующие основные выводы.

1. Системы лесного хозяйства, сформировавшиеся на Урале в середине XIX в., на протяжении столетия (до середины XX в.) отличались широким разнообразием и несли как положительные черты, так и недостатки, неизбежные в условиях ведомственной разобщенности.

2. Наилучшие результаты в организации лесоустройства и лесного хозяйства в дореволюционный период были достигнуты в частновладельческих лесах имения графов Строгановых под руководством А.Е. Теплоухова. Результаты организации лесного хозяйства в горнозаводских лесах Горного департамента под руководством И.И. Шульца характеризовались более низким качественным уровнем. Наихудшие результаты были получены в посессионных лесах (в лесах, переданных государством частным заводам в бессрочное арендное пользование); здесь можно отметить лишь один положительный пример организации лесного хозяйства на сравнительно высоком уровне в Нижнетагильском горном округе. Арендная форма ведения лесного хозяйства на Урале на основе посессионного лесовладения почти полностью дискредитировала себя; этот отрицательный опыт, к сожалению, не был учтен авторами происходящей в настоящее время реформы лесного хозяйства.

3. Высокий качественный уровень лесоустройства в советский период был достигнут лишь после преодоления ведомственной разобщенности управления лесами при организации в 1947 г. Министерства лесного хозяйства РСФСР.

4. Уральский опыт лесоустройства, накопленный за предыдущий период, целесообразно использовать при разработке перспективных систем организации лесного хозяйства.

УДК 574.4:546.26

В.А. Мухин*, **П.Ю. Воронин****,
Г.А. Хононзон***, **Д.К. Диярова******
V.A. Mukhin*, P.Yu. Voronin**,
G.A. Chononzon***, D.K. Diyarova****

(* Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

** Институт физиологии растений РАН, Москва,

*** ООО Микросенсорная техника, Москва,

**** Уральский государственный университет, Екатеринбург)



Мухин Виктор Андреевич родился в 1949 г. Окончил Уральский государственный университет в 1972 г. Доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией биоразнообразия растительного мира и микобиоты Института экологии растений и животных УрО РАН, заведующий кафедрой ботаники УрГУ (по совместительству). Автор 200 печатных работ. Область научных интересов – экология процессов разложения органических веществ в лесных экосистемах, микология, экологическая физиология грибов.



Воронин Павел Юрьевич родился в 1960 г. Окончил Московский физико-технический институт в 1986 г. Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева. Автор 43 печатных работ. Область научных интересов – физиология растений, углеродный цикл лесных экосистем.



Хононзон Григорий Аронович родился в 1938 г. Окончил Институт нефти и химии в г. Баку в 1964 г. Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. Заместитель генерального директора по научной работе ООО «Микросенсорная техника», г. Москва. Автор 51 печатной работы. Область научных интересов – разработка хроматографических методик анализа газовых смесей, конструирование и производство хроматографов и газоанализаторов.



Диярова Дарья Камилевна родилась в 1988 г. Студентка 4-го курса биологического факультета Уральского государственного университета. Область научных интересов – экологическая физиология грибов.

ЭМИССИЯ МЕТАНА ИЗ ЖИВОЙ СТОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ (METHANE EMISSION FROM LIVING TRUNK WOOD)

Приведены экспериментальные данные, показывающие, что лиственная и хвойная древесина является источником биогенного метана, образующегося в результате развития в древесных тканях анаэробного бактериального консорциума. Это придает древесному ярусу лесных экосистем статус нового глобально значимого источника эмиссии биогенного метана в атмосферу.

Experimental data demonstrate bio-produced methane emission has to be formed in result the anaerobic bacterial society activity inside of trunks woody plants. It means the methane emission into the atmosphere by trunk wood allowed for the forest ecosystems to be considered as a new source of the global significance of the greenhouse gas.

В настоящее время активно обсуждается вопрос о способности растений эмитировать в окружающую среду метан. Отправной точкой в дискуссиях стала статья Кеплера с сотр. (Keppler *et al*, 2006), где были приведены экспериментальные данные, свидетельствующие, что зеленые растения выделяют метан. В последующие годы это нашло подтверждение и в работах других исследователей (Wang *et al*, 2008; Nisbet *et al*, 2009). Однако все имеющиеся на этот счет данные основываются на изучении преимущественно (Keppler *et al*, 2006; Wang *et al*, 2008) или исключительно (Nisbet *et al*, 2009) травянистых растений.

Вместе с тем еще в 70-х годах прошлого столетия Zeikus, Ward (1974) установили, что в визуально здоровой древесине лиственных присутствует метан и метаногенные археи: род *Methanobacterium*. Нами в ходе работ по изучению метаногенной активности древесного дебриса также было показано, что живая древесина выделяет метан (Мухин, Воронин, 2009). В настоящей работе приведены новые данные, касающиеся этого интереснейшего феномена.

Методика и объекты исследований

Исследования проведены с натурными образцами (15-17 см длиной и 4-5 см в диаметре) живой стволовой древесины *Betula pendula* Roth, *Padus avium* Mill., *Pinus sylvestris* L., заготовленными в предлесостепных сосново-березовых лесах Среднего Урала в ноябре 2009 г. В первой серии экспериментов по изучению динамики эмиссии CH_4 и H_2 образцы помещали в герметичные стеклянные камеры объемом 1,68-2,53 л, находившиеся при комнатной температуре (20°C), и периодически проводили оценку концентрации исследуемых газов в единицах ppm. Во второй серии экспериментов по изучению температурной зависимости метаногенной активности живой древесины камеры с образцами в открытом виде помещали в термостат на 8-10 ч (за это время образцы нагревались до требуемой температуры), затем камеры герметично закрывали и оставляли в термостате на 24 ч при заданной температуре. После этого измеряли концентрацию газов в камерах в единицах ppm.

Содержание метана и водорода измеряли на хроматографе АХТ-ТИ (Россия, «Микросенсорная техника» – www.microsensor.ru). Газ-носитель – воздух, скорость потока – $8\text{ см}^3/\text{мин}$, стабилизирована системой авторегулирования. Управление хроматографом и обработка информации осуществляется встроенной микро-ЭВМ с выводом цифрового материала и хроматограмм на дисплей. Дополнительно данные обрабатывали с использованием специальной компьютерной программы «Analyser». Погрешность измерений $\pm 5\text{ ppm}$.

Результаты и обсуждение

Как показывают результаты исследований, образцы живой древесины всех трех анализируемых видов древесных выделяют метан и водород (таблица). На анаэробно-бактериальное происхождение «древесного» метана указывает значимая продукция H_2 , необходимого для восстановления CO_2 до CH_4 метаногенными археями (Воробьева, 2007).

Соотношение CH_4/H_2 варьирует в зависимости от длительности экспозиции и вида древесины, но в среднем составляет 6:1 (1-2-е сутки экспонирования образцов) – 5:1 (4-е сутки экспонирования). Другими словами, активность эмиссии метана из живой древесины в разы превышает аналогичный показатель для водорода. Процессы эмиссии CH_4 и H_2 имеют кумулятивный характер – оба газа накапливаются в замкнутом пространстве – и протекают синхронно. Так, концентрация CH_4 на 2-е сутки в 2,6 раза выше, чем в 1-е сутки. Во столько же раз возросла и концентрация H_2 – в 2,5 раза. Аналогичная картина и на 4-е сутки: концентрация метана по сравнению с 1-ми сутками возрастает в 4,9 раза, водорода – в 5,7 раза (см. таблицу).

Концентрация CH_4 и H_2 в экспозиционных камерах с образцами живой стволовой древесины, ppm

Древесина (влажность, %)	Длительность экспозиции, сут.		
	1	2	4
<i>Betula pendula</i> (43)	88/12	408/37	910/183
<i>Padus avium</i> (47)	322/60	679/138	1022/203
<i>Pinus sylvestris</i> (43)	120/17	277/52	630/125
В среднем	176/30	455/75	854/170

На бактериальное происхождение «древесного» метана указывают также результаты эксперимента по измерению выделения метана образцами живой древесины, предварительно в течение 60 суток высушенными до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре. В воздушно-сухом состоянии (влажность 6,2-7,3 %) древесина всех трех тестируемых видов древесных полностью утрачивала метаногенную активность. При этом в отношении водорода образцы проявляли следовую активность. Однако после выдерживания образцов в течение 24 ч в дистиллированной воде (влажность 22-37 %) уже через 4 ч эмиссия метана возобновлялась и на 4-е сутки составляла от 20 (образцы березы) до 52 % (образцы черемухи) от уровня, характерного для свежей живой древесины соответствующих видов (рис. 1). Эти данные свидетельствуют о том, что эмиссия метана из живой древесины не связана с его поступлением в древесные ткани из почвы с водой, как это полагают Nisbet et al. (2009).

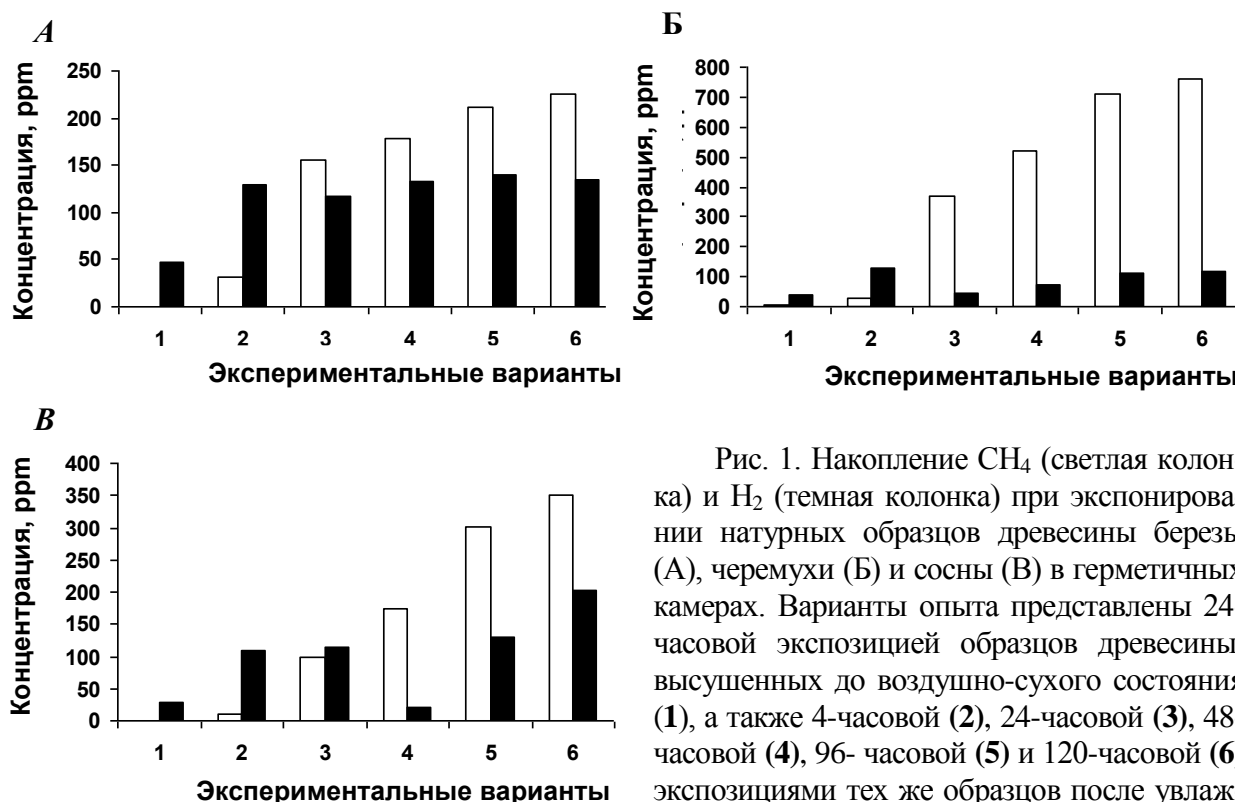


Рис. 1. Накопление CH_4 (светлая колонка) и H_2 (темная колонка) при экспонировании натуральных образцов древесины березы (А), черемухи (Б) и сосны (В) в герметичных камерах. Варианты опыта представлены 24-часовой экспозицией образцов древесины, высушенных до воздушно-сухого состояния (1), а также 4-часовой (2), 24-часовой (3), 48-часовой (4), 96-часовой (5) и 120-часовой (6) экспозициями тех же образцов после увлажнения дистиллированной водой

CH_4 эмиссионная активность живой древесины определяется не только влажностью древесины, но и её температурой (рис. 2). Несмотря на разнообразие температурных кривых, представленных на рисунке, можно отметить общие характерные черты. Во-первых, активность эмиссии метана во всех случаях возрастает с ростом температуры, а ее максимум наблюдается при 40 (древесина березы) – 50 $^{\circ}\text{C}$ (древесина сосны и черемухи). Во-вторых, во всех случаях минимальная активность эмиссионных процессов приходится на диапазон низких температур (7-10 $^{\circ}\text{C}$), при превышении которых эмиссионная активность возрастает в 2 (древесина березы) – 3 (древесина черемухи) – 5 раз (древесина сосны). В-третьих, во всех случаях наблюдается высокая сопряженность процессов эмиссии метана и водорода. Так, активность обоих процессов синхронно меняется в зависимости от температуры окружающей среды, а их температурные максимумы, как правило, совпадают. Наконец, сходный характер эмиссионной динамики метана и водорода подтверждают и результаты корреляционного анализа. Коэффициенты корреляции составляют: 0,80 – для древесины сосны, 0,87 – для древесины черемухи и 0,96 – для древесины березы. В среднем соотношение CH_4/H_2 в исследуемом диапазоне температур составляет: 6:1 – для древесины березы и черемухи и 8:1 – для древесины сосны. Такое же соотношение газов отмечали и в опытах по изучению динамики выделения метана и водорода образцами живой древесины при комнатной температуре (см. таблицу).

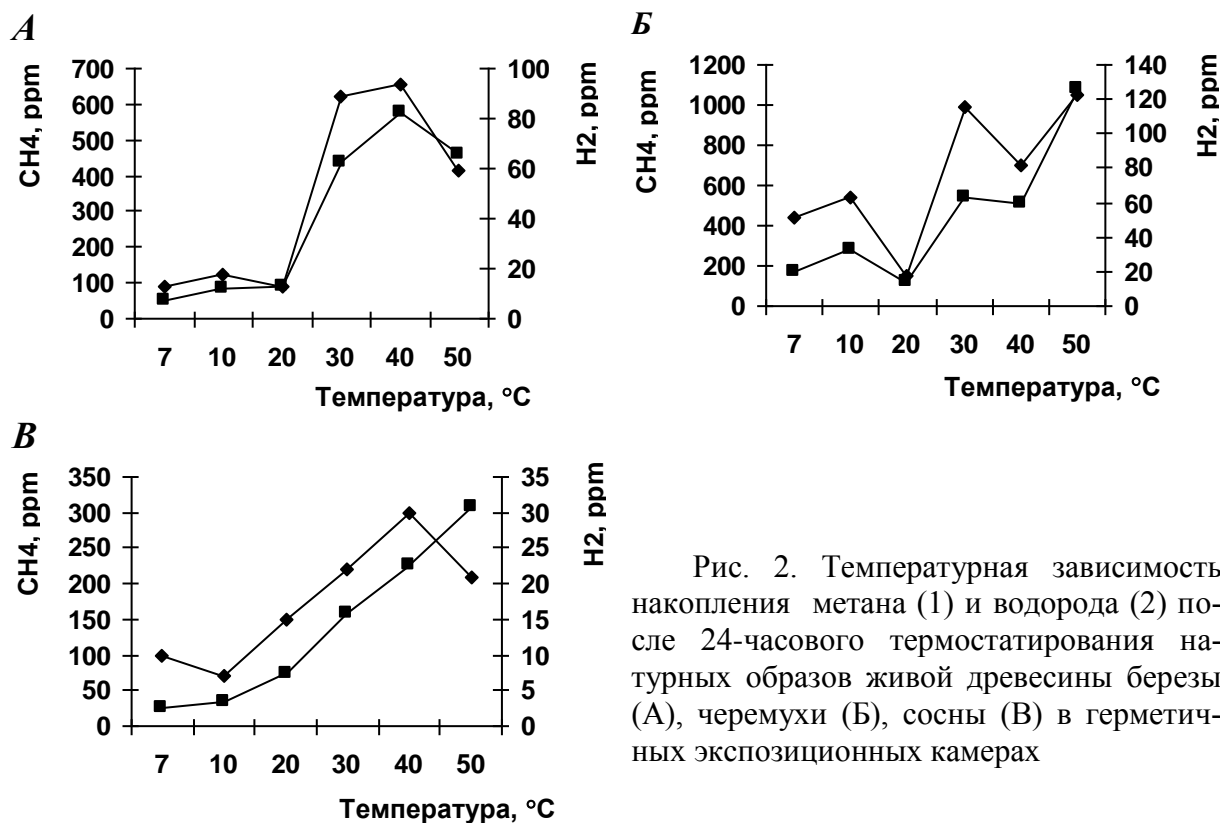


Рис. 2. Температурная зависимость накопления метана (1) и водорода (2) после 24-часового термостатирования натуральных образцов живой древесины березы (А), черемухи (Б), сосны (В) в герметичных экспозиционных камерах

Результаты анализа температурной зависимости метаногенной активности живой стволовой древесины показывают, что эмиссионная активность древесных растений и древесного яруса лесных экосистем должна обладать выраженной сезонной ритмикой: минимальной в межсезонье и максимальной в летние месяцы. С учетом данных экспериментов с воздушно-сухими и увлажненными образцами стволовой древесины древесных пород можно заключить, что максимальную эмиссию метана следует ожидать в теплые и влажные периоды вегетационного сезона, а в засушливые – её существенное снижение.

Таким образом, не только древесный детрит, но и живая стволовая древесина лиственных и хвойных пород обладают выраженной метаногенной активностью, уровень которой зависит от влажности и температуры окружающей среды. Тесно сопряженный характер эмиссии CH_4 и H_2 , в которой водород является минорной фракцией, позволяет рассматривать его в качестве промежуточного продукта брожения анаэробного бактериального консорциума, приводящего в итоге к синтезу метана. Это придает древесному ярусу лесных экосистем статус нового глобально значимого источника биогенного метана.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 09-04-00638), Президиума УрО РАН (Программа интеграционных и междисциплинарных проектов), а также Программы развития научно-образовательных центров (контракт 02.740.11.0279), программы 4 фундаментальных исследований Президиума РАН (проект 6.3).

Библиографический список

Воробьева Л.И. Археи: учеб. пособие для вузов. М.: Академкнига, 2007. 447 с.

Мухин В.А., Воронин П.Ю. Метаногенная активность в древесных растениях // Физиология растений. 2009. Т.56. № 1. С. 152 - 154. (DOI: 10.1134/S1021443709010208)

Keppler F. et al. The methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions / F. Keppler, J.T.G. Hamilton, M. Braß, T. Röckmann // Nature. 2006. V. 439. P. 187-191. (DOI:10/1038/nature04420)

Nisbet R.T.R. et al. Emission of methane from plants / R.T.R. Nisbet, R. Fisher, R.H. Nimmo, D.S. Bendall [et al] // Proc. R. Soc. B. 2009. V. 276. N. 1660. P. 1347-1354. (DOI: 10.1098/rspb. 2008. 1731)

Wang Zhi-Ping et al. Aerobic Methane Emission from Plants in the Inner Mongolia Steppe / Zhi-Ping Wang, Xing-Guo Han, G. Geoff Wang [et al] // Environ. Sci. Technol. V. 42. P. 62-68. (DOI: 10.1021/es0712241)

Zeikus. J.G., Ward J.C. Methane formation in living trees: a microbial origin // Science. 1974. V. 184. N. 4142. P. 1181 – 1183. (DOI: 10.1126/science.184.4142.1181)

УДК 630*414.4

И.А. Фрейберг, С.К. Стеценко

(I. A. Freiberg, S. K. Stetsenko)

(Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург)



Фрейберг Ирина Александровна родилась в 1925 г. Окончила в 1948 г. Брянский лесохозяйственный институт. Доктор сельскохозяйственных наук профессор. В настоящее время работает в Российской академии наук Ботанического сада Уральского отделения РАН г. Екатеринбурга ведущим научным сотрудником лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования. Имеет 124 печатных публикации по экологии биосистем; изучению действия высокоактивных органических соединений на хвойные растения.



Стеценко Светлана Карленовна родилась в 1966 г. Окончила в 1989 г. Уральский государственный университет. Кандидат биологических наук. В настоящее время работает в Российской академии наук Ботанического сада Уральского отделения РАН г. Екатеринбурга научным сотрудником лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования. Имеет 27 публикаций по экологии биосистем; изучению действия высокоактивных органических соединений на хвойные растения.

ВОЗМОЖНОСТЬ РЕМЕДИАЦИИ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРООРГАНИЗМОВ (POSSIBILITY OF SOIL REMEDIATION IN FOREST AGROCENOSISES)

Использование пестицидов в лесных питомниках приводит к накоплению в почве их остаточных количеств и метаболитов. Одним из перспективных путей для очистки почвы от пестицидов является их микробиологическое разложение. Приведены результаты опыта по исследованию возможности снижения и ликвидации пестицидной активности путем внесения в почву лесного агроценоза лесной подстилки.

Use of pesticides at cultivation of pine seedlings in forest nurseries results in formation teratomorph seedlings. It's known, that pesticides and their metabolic products can be kept in soil for many years. The perspective way for removing pesticides from soil is their microbiological decomposition. Results of experience on research of an opportunity of decrease and liquidation of pesticidal activity by entering of a forest-litter into forest agrocenosis soil are described.

Многочисленные научные публикации последних десятилетий, посвященные использованию пестицидов, свидетельствуют о том, что во всех странах мира при их применении отмечаются негативные побочные последствия. Это явление делает актуальным изучение отрицательных сторон использования пестицидов [1, 2, 3]. Последнее необходимо для управления их применением. Среди многих негативных побочных проявлений пестицидов обращают на себя внимание два момента. Один – отрицательное воздействие на растения, которые они призваны защищать, и второй – загрязнение окружающей среды и прежде всего почвы.

Наши многолетние исследования реакции сеянцев сосны обыкновенной на комплекс пестицидов, включенных в агротехнику выращивания сеянцев этой породы в лесных питомниках, свидетельствуют прежде всего о влиянии их на морфологию растений и загрязнение почвы пестицидами. Изменение морфогенеза 2-летних растений выражается в формировании двух тератоморфных фенотипов, которые мы назвали условно нормальными и аномальными [4]. Для первых характерно нарушение корреляции органов, для вторых – различное количество дополнительных побегов. По мнению А.А. Федорова [5], нарушение морфоструктур растений появляется лишь в том случае, когда изменен нормальный обмен веществ в них, что изменяет характер и направление развития активных очагов роста (меристем).

По нашим наблюдениям, то же происходит и с сеянцами сосны. Исследование у тератоморфных сеянцев некоторых физиологических и биохимических показателей, важных для жизнеспособности растений при переносе из питомника в посадку, свидетельствует об отличии таких сеянцев от нормального фенотипа [4]. Вторым проявлением негативных последствий является загрязнение почвы пестицидами и их метаболитами. Своеобразие пестицидного загрязнения заключается в том, что у почвы не изменяется морфология профиля, а также ее химизм и водно-физические свойства, но она приобретает «избирательное плодородие» [6], т.е. то или иное воздействие на организм, зависящее от его генетической природы.

Наряду с инструментальными (физико-химическими) методами в определении загрязнения почвы большое значение придается способам биоиндикации [7]. В ряде случаев важно знать не столько содержание остаточных количеств пестицида, сколько его фитотоксичность. Таким образом, наличие тератоморфных сеянцев сосны также является биоиндикатором, позволяющим судить о пригодности участка для дальнейших посевов этой породы.

В опубликованных работах, связанных с загрязнением среды, отмечается, что естественное очищение почвы от пестицидного загрязнения требует значительного времени — до 10 и более лет после окончания их использования [8, 9]. Таким образом, рассчитывать на быстрое самоочищение почвы от пестицидов не следует.

В настоящее время в проблеме защиты от повреждающего действия пестицидов получили три направления: использование адсорбентов, антидотов и микробиологических средств [10]. Из трех этих направлений мы остановились на возможности разложения пестицидов микроорганизмами [11]. Рассчитывать при этом на использование только чистых культур микроорганизмов, на наш взгляд, не следует. Это в настоящее время достаточно сложная задача, требующая времени для своего решения. Однако накоплены данные, свидетельствующие о возможности трансформации пестицидов под кооперативным воздействием микроорганизмов. Использование этого метода для очистки почв лесных питомников от пестицидов привлекает близостью к ним органического мелиоранта – лесной подстилки. Сбор подстилки производится согласно существующим правилам и не наносит ущерб лесу, а в насаждениях хвойных пород частичное ее удаление положительно отражается на лесовосстановительных процессах [12]. Лесная подстилка насыщена разнообразными микроорганизмами, которые в совокупности обладают широким набором ферментов, способных трансформировать органическое вещество [13], что будет способствовать разложению пестицидов. Этот процесс связан и контролируется гидротермическими условиями, массой разлагающихся растительных остатков и другими факторами. Первый рекогносцировочный опыт, заложенный в лесном питомнике, где активно применялись пестициды, дал положительный результат. Внесение лесной подстилки из смешанного насаждения, представленного сосной и березой, в размере 10 кг/м^2 обеспечило выход семян нормального фенотипа в доле 23 %, т. е. они составили почти четвертую часть растений в опыте.

Дальнейшие опытные работы проводились в питомнике с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой, плотность пахотного горизонта почвы – $1,03 \text{ г/см}^3$, pH солевой вытяжки – 4,9, содержание гумуса – 4,23 %, подвижных калия и фосфора – 1,6 и 5,2 мг на 100 г почвы соответственно, т. е. уровень почвенного плодородия не препятствует выращиванию стандартных семян сосны. Однако в связи с тем, что в питомнике более 20 лет использовался и используется широкий набор пестицидов (2,4-Д, далапон, симазин, ТМТД, фундазол, раундап), почвы питомника характеризуются высоким загрязнением. Об этом свидетельствует морфологическое состояние семян, которые в основном представлены тератоморфными фенотипами – условно нормальным и аномальным.

Целью опытов было исследование влияния на деструкцию пестицидов количества внесенной в почву лесной подстилки (опыт 1) и активности ее микробных сообществ в зависимости от породного состава насаждений (опыт 2). В опытах посев семян и обработка почвы выполнялись теми же способами, что используются в лесных питомниках. Лесная подстилка отбиралась весной и вносилась в пахотный горизонт почвы (5-15 см). Сеянцы выращивались 2 года. На второй год в середине сентября они выкапыва-

лись и сортировались согласно ранее разработанным критериям оценки фенотипов сеянцев сосны [4]. Оценка результатов опыта осуществлялась по морфологическому состоянию 2-летних сеянцев сосны, интенсивности дыхания почвы и активности каталазы (1.11.1.5), которая коррелирует с численностью почвенной микрофлоры [14].

В опыте первом, состоящем из двух вариантов: внесения лесной подстилки из смешанного по составу насаждения в дозах 10 и 20 кг/м², о разложении пестицидов сапрофитами судили по результатам двух опытных участков, заложенных в 2000 и 2003 гг. Как следует из данных табл. 1, больший выход сеянцев нормального фенотипа, коррелирующий с биологической активностью почвы, дает внесение в почву подстилки в количестве 20 кг/м², что составляет около 10 % от веса 15-сантиметрового слоя почвы делянки площадью 1 м².

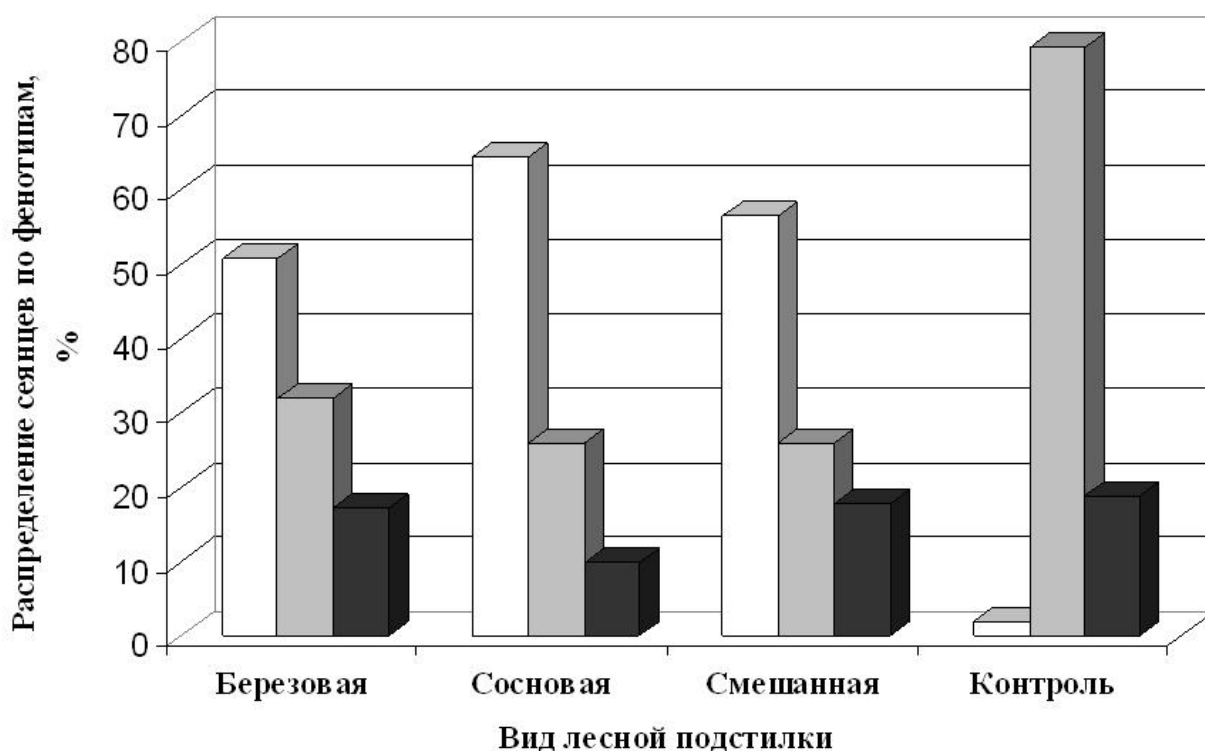
Таблица 1

Распределение 2-летних сеянцев сосны по фенотипам в вариантах опыта и биологическая активность почвы

Доза внесения лесной подстил- ки, кг/м ²	Интенсив- ность ды- хания, мг СО ₂ на 100 г абс. сух. почвы		Актив- ность ка- талазы*, мл О ₂ на 1 г почвы за 1 мин	Распределение сеянцев по феноти- пам, %				Количе- ство сеян- цев на 1 пог. м
	1-й год	2-й год		нор- маль- ные	условно нормаль ные	ано- маль- ные	всего терато- морф- ных	
Опытный участок 1 Внесение лесной подстилки (сосна, береза) и посев сосны весной 2000 г.								
10	2,25	1,59	1,0	15,1	65,7	19,2	84,9	97
20	4,75	1,73	1,3	40,4	38,8	20,8	59,6	103
Контроль	0,88	0,67	1,1	0,3	88,7	11,0	99,7	97
Опытный участок 2 Внесение лесной подстилки (сосна, береза) и посев сосны весной 2003 г.								
10	1,74	1,08	1,5	22,2	72,7	5,1	77,8	138
20	3,31	1,56	1,9	32,9	60,7	6,4	67,1	109
Контроль	0,10	0,76	0,7	1,0	89,3	9,7	99,0	109
* Активность каталазы в почве устанавливалась на второй год выращивания сеянцев.								

Опыт второй включал исследование трех вариантов лесной подстилки: 1-й – из насаждения березы (березовая), 2-й – сосны (сосновая), 3-й – смешанного по породному составу насаждения (смешанная) и 4-й вариант – контроль. Внесение лесной подстилки в дозе 20 кг/м² независимо от породного состава насаждения, где она была взята, положительно сказывается на деструкции пестицидов, что выражается в преобладании во всех ва-

риантах опыта семян нормального фенотипа (рисунок). Последнее, на наш взгляд, обусловлено повышенной деятельностью сапрофитов, количество которых выше, чем на контроле, о чем свидетельствует активность каталазы (табл. 2). В то же время изучение в конце второго вегетационного сезона водно-физических свойств почвы и активной кислотности не выявило значительных различий вариантов опыта. В 1-м, 2-м, 3-м, 4-м вариантах плотность почвы составляет: 1,10; 1,16; 1,09; 1,04 г·см⁻³, аэрация – 48,0; 45,0; 45,5; 44,5 %, активная кислотность (водная вытяжка) – 5,35; 5,30; 5,23; 4,95 соответственно.



Распределение 2-летних сеянцев сосны по фенотипам в вариантах опыта по внесению в почву подстилки из насаждений разного породного состава:
 □ - нормальные; ■ - условно нормальные; ■ - аномальные

Сравнение влияния различных лесных подстилок на трансформацию пестицидов показало, что более эффективные действия сапрофитов связаны с подстилкой из соснового насаждения. Последняя отличается резко выраженной кислой реакцией и более других богата грибами. Из научных публикаций известно, что опад хвойных пород разлагается преимущественно грибами, которые, обладая мощным ферментативным аппаратом, являются наиболее активными разрушителями труднодоступных органических соединений [15].

Таблица 2

Динамика активности каталазы и интенсивности дыхания почвы
за период наблюдений

№ ва- ри- ан- та	Вид лесной подстилки	Интенсивность дыхания, мг CO ₂ на 100 г абс. сух. почвы				Активность каталазы, мл O ₂ на 1 г почвы за 1 мин			
		1-й год		2-й год		1-й год		2-й год	
		Июнь	Август	Июнь	Август	Июнь	Август	Июнь	Ав- густ
1	Березовая	0,55	0,41	1,23	1,07	1,0	1,4	1,5	1,6
2	Сосновая	0,73	0,90	-	1,24	1,1	1,2	1,8	1,9
3	Смешанная	0,67	0,65	1,22	2,13	1,0	1,2	1,5	1,9
4	Контроль	0,43	0,80	0,33	0,73	0,8	1,0	1,2	1,2

Таким образом, в первых экспериментах по выяснению кооперативно-го действия микроорганизмов для устранения пестицидного загрязнения почвы лесных питомников были установлены оптимальные количества подстилки из разных по составу насаждений для биоремедиации почв и, как можно с большой долей вероятности предположить, более значительная для деструктуризации пестицидов эффективность лесной подстилки сосновых насаждений в связи с большой насыщенностью ее грибами-сапрофитами.

Библиографический список

1. Яблоков А.В. Об отрицательных последствиях применения пестицидов // Сельскохозяйственная биология. 1988. № 3. С. 99-105.
2. Яблоков А.В. Ядовитая приправа. М.: Мысль, 1990. 125 с.
3. Захаренко В.А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
4. Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.
5. Федоров А.А. Тератология и формообразование у растений. Комаровские чтения XI. М.; Л.: АН СССР, 1958. 28 с.
6. Лебедева Г.Ф. и др. Гербициды и почва / Г.Ф. Лебедева, В.И. Агапов, Ю.Н. Благовещенский, В.П. Самсонова. М.: Изд-во МГУ, 1990. 206 с.
7. Лунев М.И. Методические и экономические аспекты контроля гербицидной фитотоксичности почв в земледелии // Тр. 5 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Л., 1989. С.91–95.
8. Цукерман В.Г., Чавар Э.Я. Прогноз разложения и накопления пестицидов в почве // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Л.: Гидрометеоздат, 1989. С. 114–121.

9. Иванова А.С. Последствия применения стойких хлорорганических пестицидов в садах Крыма // Агрохимия. 2001. № 3. С. 42–50.

10. Питина М.Р и др. Современный уровень и перспективные направления защиты сельхоз-культур от нежелательных последствий применения гербицидов / М.Р. Питина, Н.Л. Познанская, В.К. Промоненков, Н.И. Швецов-Шиловский // Агрохимия. 1986. № 4. С. 107–136.

11. Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почвы. М.: Изд-во МГУ, 1989. 336 с.

12. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.;Л.: Гослесбумиздат, 1952. 589 с.

13. Ведрова Э.Ф.Разложение органического вещества лесных подстилок // Почвоведение. 1997. №2. С. 216-223.

14. Коваленко Л.А., Бабушкина Л.Г. Биологическая активность лесных почв как показатель уровня адаптации почвенных экосистем к техногенному воздействию. Екатеринбург: УрГСХА, 2003. 170 с.

15. Роде А.А., Смирнов В.Н. Почвоведение. М.: Высш. шк., 1972. 480 с.



УДК 630*182.91.231

**М.В. Чугайнова, О.Н. Сандаков,
В.А. Грачев, П.А. Силин, А.А. Зверев**
(M.V. Chugainova, O.N. Sandakova,
V.A. Grachev, P.A. Silin, A.A. Zverev)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Чугайнова Марина Васильевна родилась в 1965 г., окончила в 1989 г. Уральский лесотехнический институт, аспирантка кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 5 работ по проблеме оптимизации рубок спелых и перестойных насаждений.



Сандаков Олег Николаевич родился в 1965 г., окончил в 1991 г. Уральский лесотехнический институт, в 2002 г. – Уральский государственный экономический университет. Аспирант кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 3 работы по проблеме ветровала.



Грачев Владимир Александрович родился в 1963 г., окончил в 1989 г. Уральский лесотехнический институт. Аспирант кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 7 работ по лесоводственной эффективности чересполосно-постепенных рубок.



Силин Павел Анатольевич родился в 1984 г., магистрант кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета.



Зверев Антон Александрович родился в 1987 г., студент пятого курса лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОДРОСТОМ ХВОЙНЫХ ПОРОД СПЕЛЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОДЗОНЫ ТАЙГИ УРАЛА (NUMBER OF PINE YOUNG GROWTH IN MATURE AND OVERMATURE STANDS IN MIDDLE SUBZONE OF TAIGA IN THE URALS)

Выполнен анализ количественных показателей подроста под пологом спелых и перестойных насаждений в условиях южно-таежного округа Приуральской провинции Восточно-Европейской равнинной лесорастительной области. Даны рекомендации по недопущению смены пород.

Qualitative indices of young growth under canopy of mature and overmature stands in south taiga okrug in the pri-Urals province of East-European plain forestry region has been carried out. Some recommendations to prevent species changing has been given.

Район проведения исследований согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смолоногова (1974) относится к южно-таежному округу Приуральской провинции Восточно-

Европейской равнинной лесорастительной области. В процессе проведения исследований предпринята попытка анализа обеспеченности подростом предварительной генерации спелых и перестойных насаждений разного породного состава по типам леса согласно «Инструкции ...» (1984).

Проведенные исследования показали, что в районе преобладают по площади насаждения травяного, кисличникового и разнотравно-зеленомошного типов леса. На их долю приходится 89 % покрытой лесной растительностью площади.

Насаждения травяного типа леса занимают 61 % покрытой лесной растительностью площади. Эти насаждения располагаются на длинных пологих склонах и плоских вершинах невысоких возвышенностей с дерново-слабоподзолистыми суглинистыми почвами и относятся к группе устойчиво свежих типов леса. Производительность насаждений данного типа леса соответствует II классу бонитета. Спелые насаждения травяного типа леса всех лесообразующих пород обеспечены в значительной степени подростом ели предварительной генерации (табл. 1).

Таблица 1

Обеспеченность хвойным подростом предварительной генерации спелых насаждений разных типов леса, %

Тип леса	Преобладающая порода									
	Сосна		Ель		Пихта		Береза		Осина	
	Обеспечено	Не обеспечено	Обеспечено	Не обеспечено	Обеспечено	Не обеспечено	Обеспечено	Не обеспечено	Обеспечено	Не обеспечено
Нагорный	2	98	-	-	-	-	-	-	-	-
Ягодниковый	84	16	73	27	32	68	57	43	-	100
Травяной	64	36	80	20	64	36	54	46	48	52
Липняковый	73	27	56	25	62	38	83	17	45	55
Кисличниковый	65	35	64	36	77	23	47	53	53	47
Крупнотравно- папоротнико- вый	-	100	69	31	-	-	-	100	-	100
Разнотравно- зеленомошный	56	44	59	41	100	-	45	55	40	60
Приручьевый	-	-	82	18	100	-	41	59	-	-
Хвощовый	100	-	87	13	100	-	100	-	-	-
Зеленомошно- кисличниковый	-	-	42	58	-	-	-	-	-	-
Хвощово- вахтовый	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-
Итого	61	39	68	32	73	27	52	48	48	52

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что в травяном типе леса хвойным подростом обеспечено от 80 (ельники) до 48 % (осинники) спелых древостоев.

Насаждения кисличникового типа леса занимают 18 % покрытой лесной растительностью площади. Насаждения данного типа леса характеризуются близкими к травяному типу леса лесорастительными условиями, но отличаются более низкой производительностью (III класс бонитета). Спелые насаждения всех пород лесообразователей кисличникового типа леса в значительной (47-77 %) степени обеспечены хвойным, преимущественно из ели и пихты, подростом предварительной генерации.

Насаждения травяно-зеленомошного типа леса занимают 10 % покрытой лесной растительностью площади района исследований и относятся к классу низкогорных, группе свежих, периодически влажных типов леса. Насаждения располагаются на пологих склонах и плоских вершинах невысоких возвышенностей с дерново-подзолистыми суглинистыми почвами при близко залегающем водоупорном горизонте. Производительность насаждений характеризуется II-III классами бонитета. Спелые насаждения обеспечены хвойным подростом на 40-100 % площади.

Обеспеченность спелых и перестойных насаждений подростом предварительной генерации во многом определяет возможность смены пород после вырубki материнских древостоев. К сожалению, сохранению подраста при лесозаготовках многие десятилетия должного внимания не уделялось. Последнее подтверждает тот факт, что на месте коренных высокопродуктивных хвойных древостоев сформировались производные мягколиственные (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение площади хвойных и лиственных насаждений по типам леса, %

Тип леса	Группа пород	
	Хвойные	Лиственные
Нагорный	99	1
Ягодниковый	95	5
Травяной	37	63
Липняковый	49	51
Кисличниковый	84	16
Крупнотравно-папоротниковый	67	33
Разнотравно-зеленомошный	74	26
Приручьевый	48	52
Хвощовый	84	16
Зеленомошно-кисличниковый	71	29
Хвощово-вахтовый	74	26

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что, несмотря на высокую обеспеченность хвойным подростом предварительной генерации спелых и перестойных насаждений высокопродуктивных типов леса, смена хвойных пород на мягколиственные в районе исследований широко распространена. Так, в травяном типе леса 63 % покрытой лесом площади приходится на производные мягколиственные насаждения, в то время как в соответствии с данными табл. 1 сохранение подроста предварительной генерации при лесозаготовках позволяет в данном типе леса обеспечить доминирование хвойных пород на 80 % вырубок в ельниках и 64 % вырубок в сосняках и пихтарниках.

Выводы

1. В южно-таежном округе Приуральской провинции Восточно-Европейской равнинной лесорастительной области доминируют насаждения высокопродуктивных травяного, кисличникового и разнотравно-зеленомошниковых типов леса.

2. Спелые и перестойные насаждения указанных типов леса в значительной степени обеспечены хвойным подростом предварительной генерации (80 % ельники, 48 % осинники).

3. Недостаток внимания к сохранению подроста при проведении лесосечных работ привел к формированию на значительной площади производных мягколиственных древостоев. В частности, в травяном типе леса на долю производных березняков и осинников приходится 63 % покрытой лесной растительностью площади.

4. Повышение продуктивности лесов в районе исследований может быть обеспечено путем сохранения подроста при рубке спелых и перестойных мягколиственных древостоев на лесосеках обеспеченных подростом хвойных пород. При недостаточном количестве хвойного подроста замена производных мягколиственных древостоев на коренные хвойные может быть обеспечена выборочными рубками с проведением мероприятий по содействию естественному возобновлению.

Библиографический список

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. 177 с.

Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса. М., 1984. 16 с.



УДК 632.187.1:591.342.5

Г.И. Клобуков

(G.I. Kloboukov)

(Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург)



Клобуков Георгий Игоревич родился в 1983 г. В 2006 г. закончил УрГПУ. С 2006 г. работает в лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования Ботанического сада г. Екатеринбурга, в настоящее время в должности инженера.

**СВЯЗЬ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ С ДЕФОЛИАЦИЕЙ
ДРЕВОСТОЕВ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМИ
ПОКАЗАТЕЛЯМИ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА**
(RELATIONSHIP OF GROUND FIRE WITH DEFOLIATION
OF TREES AND MORPHOPHYSIOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF GYPSY MOTH)

Обсуждается как прямое, так и возможное опосредованное влияние низовых пожаров на развитие вспышки численности непарного шелкопряда северной части ареала таежной популяции в березовых лесах и, как следствие, на дефолиацию древостоев. Сделаны предположения о возможных причинах, обуславливающих ход вспышки в данной микропопуляции.

We discuss both direct and possible indirect effect of ground fire on progress of the gypsy moth outbreaks from the northern part of the range Trans-populations in the birch forest stands and, as a consequence, the severe defoliation of this stands. Made assumptions about the possible reasons causing the outbreak in this micropopulation.

Изучение степени влияния экзогенных факторов разного генезиса на реализацию вспышек массового размножения лесных насекомых-филлофагов позволяет более точно прогнозировать возможные сукцессионные процессы при дефолиации насаждений.

Целью данного исследования являлось изучение дефолиации насаждений, динамики численности непарного шелкопряда, его популяционных характеристик и влияния низовых пожаров на эти процессы.

Исследования велись в костяничниково-разнотравных березняках Свердловской области в Покровском участковом лесничестве с 2005 по 2009 гг. на постоянных пробных площадях. Состав древостоя 10Б, класс возраста 7, бонитет II. Условия увлажнения анализируемых насаждений устойчиво свежие (по классификации Б.П. Колесникова).

Устойчивые низовые пожары на значительных площадях (1500 – 2000 га) в насаждениях, охваченных очагом вспышки массового размножения непарного шелкопряда, прошли весной 2006 г. Произошло полное выгорание подстилки, но обгар комля деревьев не превышал 30-40 см. Кроме того, на небольших площадях в 2008 и 2009 гг. прошли повторные низовые пожары. В течение периода исследования проводились ежегодный учет кладок непарного шелкопряда, а также визуальная оценка степени дефолиации. В 2009 г. были взяты пробы почв с глубины 5 см в древостоях, пройденных и не пройденных пожаром. Осенью проводился сбор кладок с исследуемых участков для дальнейшего выращивания гусениц непарного шелкопряда в лабораторных условиях. Выращивание проводилось в групповом режиме при постоянной температуре 27 °С и влажности воздуха 60 %. В каждом варианте начальное количество гусениц было не менее 100 особей. Гусеницы питались на стандартной искусственной питательной среде (ИПС) [1] и ИПС с добавлением кристаллогидрата сульфата железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) из расчета 150 мг на 500 г среды. Учитывались отрождаемость, продолжительность развития гусениц и смертность, в том числе от каннибализма. Статистическая обработка полученных данных проводилась в стандартном пакете программ STATISTICA 6.0.

Ранее сотрудниками лаборатории ЛЗЛиЛ Ботанического сада было показано, что ослабление деревьев, вызванное весенним низовым пожаром, не приводит к увеличению степени их дефолиации в год пожара (2006 г.). В последующие годы (2007-2008 гг.) в связи с экстремальными условиями (низкие температуры в период питания гусениц) степень дефолиации была незначительной и не превышала 15-25 %, но при этом плотность кладок сохранялась на высоком уровне (5-6 кладок на дерево). И лишь в 2009 г. вновь (при благоприятных погодных условиях в период питания – отсутствие холодных периодов) была отмечена высокая степень дефолиации. До 200 га было дефолировано на 80-100 % и около 150 га – на 60-75 %. Плотность кладок осенью 2009 г. увеличилась до 10-15 на дерево. При этом нами было отмечено, что в основном высокая дефолиация произошла в насаждениях, пройденных низовым пожаром 2006 г. Насаждения, не пройденные пожаром в этом году, и насаждения, пройденные повторно низовыми пожарами в 2008-2009 гг., были дефолированы незначительно (35-40 %), несмотря на сходный запас кладок в насаждениях.

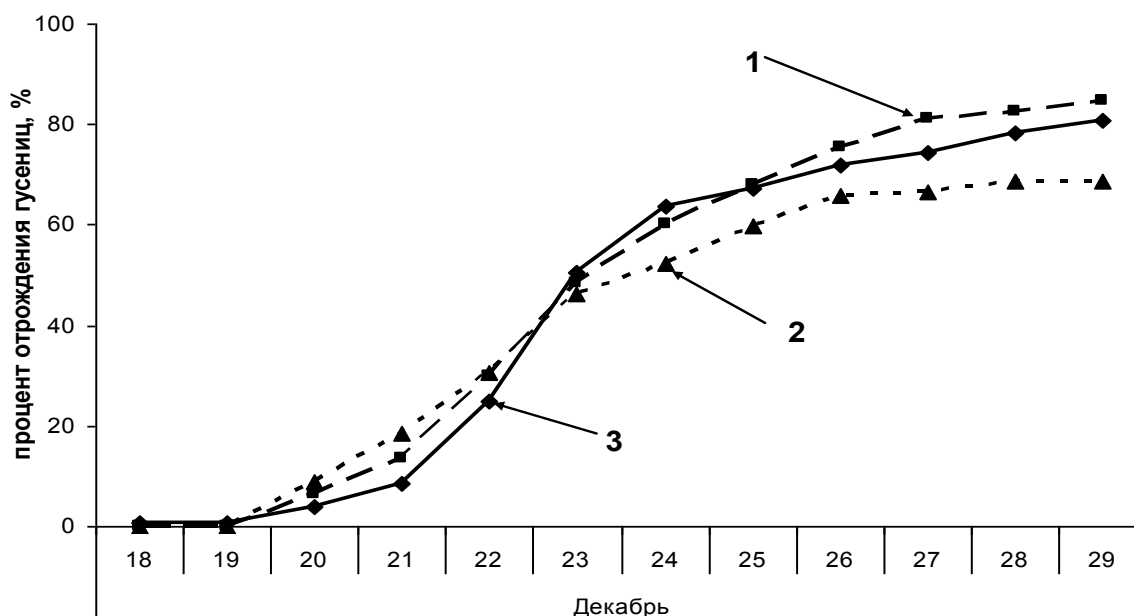
Мониторинг дефолиации на постоянных пробных площадях показал достоверные различия ($p < 0,001$) между площадями ППП 5 и ППП 6, пройденными пожарами, дефолиация которых составила в среднем 60 %, и не пройденными пожаром ППП 3 и ППП 4, дефолированных на 40 %. Кроме того, было отмечено различие в степени дефолиации отдельных деревьев на данных площадях. На негорелых площадях объединение происходило диффузно, что может указывать на большую избирательность гусениц к качеству листвы на этих площадях. Также, по нашим наблюдениям, на негорелых площадях питания на дополнительных видах кормовых растений

не происходило, тогда как на горельниках 2006 г. растения яблони, боярышника и ивы в подлеске часто были значительно объедены (до 70–80 %) гусеницами непарного шелкопряда. Уход с основной кормовой породы на другие виды у этих гусениц происходил на 3-м возрасте. В древостое со 100%-ной дефолиацией из-за повышенной инсоляции произошла гибель части особей на фазе куколок и предкуколок. Вышедшие благополучно из куколок особи были чаще всего небольших размеров, а размер кладок был заметно меньше (20-70 яиц в кладке), чем на площадях с умеренной степенью дефолиации (300-400 яиц в кладке).

Получившиеся различия в степени дефолиации горелых и негорелых насаждений, проявившиеся спустя четыре года после пожара, могут быть связаны с изменением почвенных характеристик, учитывая образование в результате пожара значительного количества золы, которая нейтрализует органические кислоты верхних почвенных горизонтов. Однако проведенный нами анализ кислотности почвенных проб показал, что повышение pH происходит в год пожара, но в дальнейшем в районе горельника по сравнению с негорелыми и повторно пройденными пожарами площадями в 2008, 2009 гг. наблюдается снижение водного pH почвы на 0,3-0,5 единиц (с 6,2 до 5,7). Сходные данные получены и другими исследователями [2, 3], которыми также показано снижение pH почвы по прошествии 3 лет после пожара. Такое изменение кислотности авторы связывают с выносом щелочно-земельных элементов под влиянием осадков и паводковых вод. Кроме того, в монографии Н.В. Лукиной и др. [3] отмечаются изменение соотношения макроэлементов NPK и изменение содержания доступных соединений микроэлементов в гумусовом горизонте в первые годы после пожара. Из всех отмеченных в монографии материалов наиболее интересно резкое увеличение содержания доступных форм железа, что может адекватно объяснить полученные нами данные (известно, что железо является активатором свободно радикальных процессов, кроме того, важным компонентом множества ферментов). По-видимому, с этим и связано более медленное изменение адаптации к температурным условиям в период питания у гусениц непарного шелкопряда на горельниках, а также более активное питание на породах подлеска (яблоня, боярышник, ива).

Лабораторное выращивание гусениц из кладок, собранных осенью 2009 г. в исследуемых древостоях, показало различие в отрождении кладок (рисунок). Так, продолжительность отрождения кладок из горельника 2006 г. после 2,5 мес. диапаузы несколько выше, а процент отродившихся особей значительно ниже. Стоит отметить, что при последующих выставлениях кладок на отрождение процент вышедших особей у разных вариантов уже не отличался (около 90 % от общего числа яиц). Этот факт, как и факт более длительного отрождения, может указывать на затянувшуюся диапаузу у особей кладок из горельника 2006 г. Полученные результаты еще раз подтвердили ранее сделанный вывод о том, что ослабление древостоя в результате низового пожара непосредственно не приводит к снижению

устойчивости к дефолиации. Более того, повторные пожары (2008 и 2009 гг.) привели к снижению степени дефолиации. Однако факт более высокой дефолиации на горельниках 2006 г. указывает на то, что существует отдаленное влияние пожаров на дефолиацию древостоев.



Кумулятивная доля отрождения гусениц из кладок, собранных в разных условиях в сентябре 2009 г. через 2,5 мес. диапаузы: 1 – горельник 2009 г.; 2 – горельник 2006 г.; 3 – негорелые насаждения

Дальнейшее выращивание гусениц в лабораторных условиях показало различный уровень адаптированности к стандартной ИПС гусениц из кладок с участков с разной степенью дефолиации и в зависимости от того, были участки пройдены пожаром или нет. В связи с тем, что отрождение было растянутым, выращивались гусеницы, отродившиеся в первый день и через три дня после начала отрождения. При выращивании гусениц, отродившихся в первый день, смертность при питании на стандартной ИПС была высока для гусениц, выращенных как из кладок горельников 2006 г., так и из кладок горельников 2009 г., тогда как у гусениц, выращенных из кладок древостоя, не пройденного пожарами, смертность и уровень каннибализма были существенно ниже (табл. 1). Ранее нами было показано, что гусеницы с более ранним отрождением характеризуются более медленным развитием и повышенным уровнем смертности в младших возрастах [4].

На 25-й день выращивания гусениц, отродившихся на третий день, при питании на стандартной ИПС, смертность особей из участка со 100%-ной дефолиацией (горельник 2006 г.) была низкой, и близка к показателям гусениц выращенных на ИПС с добавлением FeSO_4 . Тогда как гусеницы из кладок собранных на горельнике 2009 г. на ранних возрастах на стандартной ИПС гибли в большей степени (см. табл. 1). При этом значительная часть смертности гусениц в этой группе приходится на каннибализм.

Таблица 1

Соотношение возрастов и смертность (%) гусениц непарного шелкопряда, отродившихся на 1-й и 3-й день, при групповом содержании на разных вариантах ИПС на 25-й день, кладки 2009 г.

Доля гусениц	Варианты питательной среды								
	Стандартная ИПС					ИПС с FeSO ₄			
	Место сбора кладок								
	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.		Негорелый древостой	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.	
	1-й*	3-й	1-й	3-й		1-й	3-й	1-й	3-й
2-го возраста	6	4	4	2	0	1	0	0	1
3-го возраста	6	21	4	6	25	0	1	4	7
4-го возраста	1	34	2	18	38	14	15	11	16
5-го возраста	0	30	0	27	12	56	65	60	66
6-го возраста	0	2	0	2	0	11	4	6	0
Каннибализм	73	3	67	22	18	1	0	3	1
Смертность	87	9	90	45	25	18	15	19	10
Примечание. 1-й и 3-й - дни отрождения гусениц из кладок.									

Масса куколок в этих вариантах выращивания также отличалась (табл. 2). На стандартной ИПС масса окуклившихся самок 6-го возраста была ниже в варианте выращивания из кладок горельника 2006 г., чем в варианте из кладок горельника 2009 г. Данное явление, как и различия в скорости развития при выращивании гусениц на стандартной ИПС, скорее всего, объясняется высоким уровнем каннибализма среди особей, выращенных из кладок горельника 2009 г.

Данные, полученные по результатам лабораторного выращивания, показывают, что установленное нами изменение адаптивности гусениц к экстремально холодным условиям в период питания, отмечавшееся в 2007 и 2008 гг. на всех участках (и пройденных, и не пройденных пожаром), выразившееся в переориентации на экзогенные активаторы свободно-радикальных процессов [4], продолжает сохраняться в большей степени на горельниках. На площадях, не пройденных пожаром, гусеницы быстрее перестраиваются на эндогенные активаторы, на что указывает как хорошая адаптивность к стандартной ИПС, так и отсутствие питания на дополнительных кормовых породах. Также можно отметить, что от перегрева, вызванного повышенной инсоляцией, в сильно дефолированном древостое погибли в первую очередь куколки и предкуколки, более адаптированные на внешние активаторы свободно-радикальных процессов, о чем свидетельствует большая выживаемость потомства на стандартной ИПС.

Таблица 2

Масса куколок (мг) и количество самцов и самок с разными возрастами.
Вариант с гусеницами, отродившимися на третий день, кладки 2009 г.

Куколки	Варианты питательной среды							
	Стандартная ИПС				ИПС с FeSO ₄			
	Место сбора кладок							
	Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.		Горельник 2006 г.		Горельник 2006 г. и 2009 г.	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Масса, V возраст	358 ±18,6 а		379 ±26,1 а		432 ±14 а	1151 ±110 а	412 ±15 а	889 ±88 b
Масса, VI возраст	340 ±17,1а	942 ±97 а	380 ±25,2 а	1130 ±100 а	337 ±20 а	1125 ±79 а	382 ±19 а	897 ±56 b
Примечание. Достоверные различия (p<0,05) обозначены разными буквами у гусениц одного пола и возраста и на одном варианте среды.								

Выводы

1. На протекание наблюдавшейся вспышки на северной границе ареала распространения непарного шелкопряда влияют погодные условия в период питания гусениц.

2. Низовые пожары неоднозначно влияют на выживаемость гусениц. В год прохождения пожара отмечается снижение дефолиации, но пожары 3-4-летней давности, наоборот, увеличивают выживаемость гусениц и дефолиацию. Наблюдаемые явления могут быть обусловлены различием в протекании почвообразовательных процессов в зависимости от давности воздействия пирогенного фактора.

3. Полученные данные позволяют предполагать, что низовые пожары замедляют процессы адаптации насекомых-филлофагов к погодным условиям в период питания гусениц.

Библиографический список

1. Ильиных А.В. Оптимизированная искусственная среда для культивирования непарного шелкопряда (*Osneria dispar* L.) // Биотехнология. 1996. № 7. С. 42-43.
2. Зайдельман Ф.Р., Морозова Д.И., Шваров А.Л. Изменение свойств пирогенных образований и растительности на сгоревших осушенных торфяных почвах полесий // Почвоведение. 2003. № 11. С. 1300-1309.
3. Лукина Н.В., Полянская Л.М., Орлова М.А. Питательный режим почв северотаежных лесов. М., 2008. 342 с.

4. Пономарев В.И. и др. Возможное влияние регуляторов ПОЛ в листе кормовых пород на инвазии лесных насекомых-филлофагов // Book of papers II «VI congress of plant protection with symposium about biological control of invasive species». Zlatibor Serbia, 2009. P. 143-146.

УДК 630*181

А.Г. Магасумова, Е.А. Стародубцева, Е.А. Фролова
(A.G. Magasumova, E.A. Starodubtseva, E.A. Frolova)
(Уральский государственный лесотехнический университет)



Магасумова Альфия Гаптрауфовна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. лесохозяйственный факультет Уральской государственной лесотехнической академии, в 2003 г. – экономический факультет Уральского государственного лесотехнического университета, заведующая отделом аспирантуры и докторантуры Уральского государственного лесотехнического университета, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Имеет 26 печатных работ в области лесоведения и лесоводства.



Стародубцева Евгения Андреевна родилась в 1988 г., студентка пятого курса лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 2 печатные работы по влиянию рекреационных нагрузок на компоненты насаждения.



Фролова Екатерина Алексеевна родилась в 1992 г., студентка первого курса лесохозяйственного факультета Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет 2 печатные работы по влиянию рекреационных нагрузок на компоненты насаждения.

**ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК
НА ДЕСТРУКЦИЮ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ
(RECREATIVE BURDEN AFFECT ON CELLULOSE
DESTRUCTION)**

Для Шарташского лесопарка г. Екатеринбурга (южная подзона тайги Урала) установлена зависимость скорости деструкции целлюлозы от интенсивности рекреационных нагрузок в условиях сосняка разнотравного и сосняка ягодникового. На основе экспериментальных материалов делается вывод о возможности использования скорости разложения тестовой ткани в качестве критерия степени рекреационного воздействия на лесные насаждения.

The article deals with dependence of cellulose destruction rate determination on recreative burden intensity in diversified grass pine stands /// berry-type pine stands as in conditions of shartashsky municipal wooded park in Ekaterinburg (the southeru subzone of the Ural's taiga). Basing on the experimental data the authors came to the conclusion that it is possible to make use of tested tissue destruction rate as a criterion for recreative affect degree on forest stands.

В условиях ускорения научно-технического прогресса и урбанизации значение леса как рекреационной среды неизмеримо возрастает. Не случайно одной из важнейших проблем в области рационального природопользования является эффективное использование и воспроизводство рекреационных ресурсов.

Сосновые насаждения не только доминируют на Среднем Урале, но и в силу эколого-лесоводственных преимуществ по сравнению с насаждениями других формаций наиболее посещаемы населением. В то же время, произрастая на мелких, слабо развитых почвах, они нередко характеризуются низкой рекреационной устойчивостью. Проблема может быть успешно решена только на основе проведения комплексной системы лесохозяйственных мероприятий, включающей своевременное обновление древостоев, оптимизацию их состава и строения, а также улучшение условий произрастания. Для достижения поставленной цели необходимо проводить научные исследования по изучению влияния рекреационной нагрузки на все компоненты насаждения.

Объектом наших исследований был выбран Шарташский лесопарк. Территория Шарташского лесопарка находится на востоке г. Екатеринбурга и входит в состав ГУ СО «Верх-Исетское лесничество». Площадь лесопарка составляет 753,0 га.

Согласно лесорастительному районированию Б.П. Колесникова и др. (1973) территория Шарташского лесопарка находится в южно-таежном лесорастительном округе Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесной области.

Климат территории умеренно континентальный и в целом не препятствует организации летнего и зимнего отдыха. Рельеф территории можно охарактеризовать как холмисто-увалистый с отдельными плоскими понижениями. По механическому составу на территории Шарташского лесопарка преобладают суглинистые и реже супесчаные почвы со значитель-

ной примесью гранита во всех горизонтах. Сохранность естественных почв невелика: верхние горизонты их уплотнены, реакция кислая, почвы обогащены азотом, фосфором, калием и некоторыми микроэлементами, но бедны гумусом. Главным гидрологическим объектом на территории парка является озеро Шарташ.

Шарташский лесопарк с расположенным на его территории озером Шарташ является излюбленным местом отдыха горожан. Кроме того, на территории лесопарка расположен ряд предприятий и населенных пунктов, которые влияют на состояние территории. Исходя из этого, делаем вывод о том, что район исследования подвергается интенсивному рекреационному воздействию.

Под влиянием хозяйственной деятельности человека наблюдается изменение биологической активности почв (БАП). Одним из показателей БАП является скорость разложения целлюлозы – основного компонента лесной подстилки. Последнее объясняется тем, что именно разложение целлюлозы определяет скорость биологического круговорота и в конечном счете производительность насаждений. На основании анализа литературных источников выявлено изменение биологической активности лесных почв под влиянием проходных рубок различной интенсивности (Залесов, 1986) и под влиянием аэропромвыбросов (Юсупов и др., 1999; Бачурина, 2008). Все найденные нами литературные данные не раскрывают влияния рекреационных нагрузок на БАП. Поэтому наши исследования являются новыми.

Для определения активности целлюлозоразрушающих микроорганизмов нами был использован метод аппликаций (Востриков, Петрова, 1961; Залесов, Луганский, 1989; Юсупов и др., 1999; Бачурина, 2008). В качестве тестов использовались кусочки хлопчатобумажной ткани размером 100 x 200 мм. Все кусочки нумеровались и высушивались при температуре 105 °С с последующим установлением массы каждого кусочка в абсолютно сухом состоянии. 7-9 июля на каждой пробной площади выкладывались по 10 предварительно смоченных в дистиллированной воде тестов. Закладка производилась на поверхность почвы под лесную подстилку с учетом парцеллярной неоднородности насаждений. Спустя 90 дней сохранившиеся части тестов извлекались, очищались от частиц почвы и лесной подстилки, высушивались до абсолютно сухого состояния и взвешивались. Разложение клетчатки определялось по разнице массы тестового материала до и после экспозиции, что позволило опосредованно определять биологическую активность почв.

Исследования проводились на заложенных ранее Н.П. Швалевой (2008) на территории Шарташского лесопарка постоянных пробных площадях (ППП). Таксационная характеристика ППП приведена в табл. 1.

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что ППП заложены в спелых древостоях, а их возраст варьирует от 110 до 120 лет. ППП заложены в

ключевых участках лесопарка и представляют собой чисто сосновые насаждения разнотравного (ППП 1, 2, 4, 6) и ягодникового (ППП 5, 7) типов леса. Исключением является ППП 1, где доля сосны в составе составляет 8,9 единицы. То есть в качестве объектов исследования подобраны древостои, наиболее характерные для лесного фонда лесопарков г. Екатеринбурга.

Таблица 1
Основные таксационные показатели древостоев ППП

№ ППП	Состав	Элементы леса						Ярус				Класс бонитета
		Возраст, лет	Средние		Густота, шт/га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Высота, м	Полнота		Запас, м ³ /га	
			высота, м	диаметр, см					абсолютная, м ² /га	относительная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сосняк разнотравный												
1	8,9С	120	27,0	32,0	405	44,59	368	26,6	50,73	1,20	439	II
	1,1Б	120	23,0	36,0	73	6,14	71					
	Итого				478	50,73	439					
2	10С	110	22,4	28,0	543	37,92	367	22,4	37,92	1,30	367	III
4	10С	110	22,7	24,3	543	39,38	329	22,7	39,38	1,10	429	III
6	10С	120	25,5	30,0	567	39,87	371	25,5	39,87	1,10	471	III
Сосняк ягодниковый												
5	10С	120	24,5	28,0	476	38,91	420	24,5	38,91	1,10	420	III
7	10С	120	24,5	28,0	572	35,51	392	24,5	35,51	0,98	392	III

Анализируя густоту древостоев, следует отметить, что наименьшее число деревьев сосны зафиксировано на ППП 5 - 476 шт./га. На остальных пяти ППП количество деревьев сосны находится в диапазоне от 478 до 572 шт./га.

Анализ распределения ППП по показателю средней высоты древостоев свидетельствует о некотором варьировании (от 22,4 до 27,0 м). Наименьшую среднюю высоту имеют древостои ППП 2 – 22,4 м, наибольшую ППП 1 – 27,0 м.

На основании анализа значений среднего диаметра преобладающей породы (сосны) следует отметить, что древостои ППП имеют средний диаметр от 24,3 до 32 см. Относительно низкие значения средних диаметров древостоев на всех ППП объясняются не условиями произрастания, а повышенной густотой древостоев.

ППП характеризуются значительными различиями запасов древостоев. Так, в частности, запас древостоев сосняка разнотравного варьирует

от 329 до 439 м³/га, а запас древостоев сосняка ягодникового – от 392 до 420 м³/га. Наибольшим запасом характеризуются ППП, заложенные в условиях сосняка ягодникового.

Распределение древостоев постоянных пробных площадей по относительной полноте свидетельствует, что древостои всех ППП относятся к высокополнотным.

Рассматривая распределение древостоев ППП по показателю производительности, можно отметить, что все опытные объекты, кроме ППП 1, относятся к III классу бонитета.

Исследуемые ППП характеризуются средней и сильной степенью рекреационных нагрузок (табл. 2).

Таблица 2

Степень рекреационного воздействия на насаждения ППП

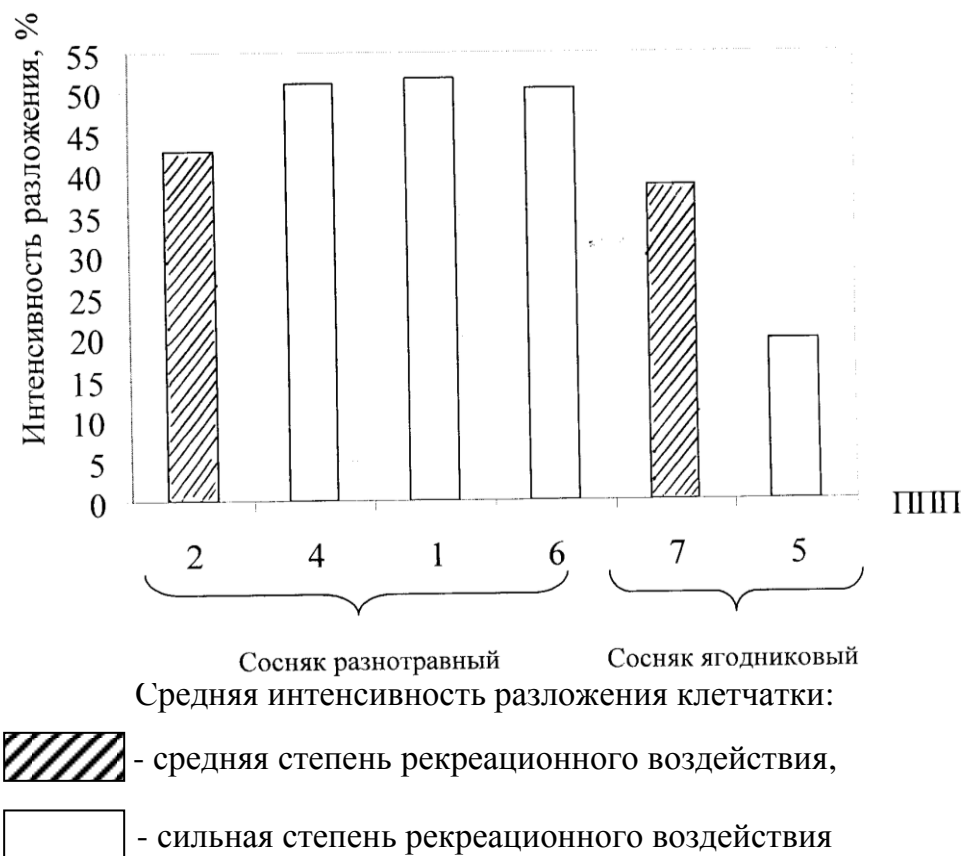
№ ППП	Среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка по будням и выходным, чел/га	Степень рекреационного воздействия	
		средняя (от 0,06 до 0,10 чел/га)	сильная (от 0,11 чел/га и выше)
Сосняк разнотравный			
1	0,12 – 0,14		+
4	0,18 – 0,18		+
2	0,08 – 0,10	+	
6	0,14 – 0,19		+
Сосняк ягодниковый			
5	0,18 – 0,14		+
7	0,07 – 0,07	+	

Исследованиями установлено, что разложение тестовой ткани характеризуется широкой амплитудой варьирования показателя разложения. Так, на ППП 2 интенсивность разложения клетчатки изменяется в пределах от 6,6 до 95,2 %. Аналогичный размах варьирования установлен и на ППП 4 и 7, соответственно 3,3 – 85,4 и 7,4 – 97,3 %. Наименьшей разницей между минимальным и максимальным значениями разложения клетчатки (тестовой ткани) характеризуется ППП 5 (4,0 – 48,0 %).

Разложение тестовой ткани в среднем за период наблюдения в сосняке разнотравном находится в интервале от 42,9 до 51,7 % (рисунок). Соответственно на ППП 2 – 42,9, ППП 6 – 50,5, ППП 4 – 51,1 и ППП 1 – 51,7 %. В сосняке ягодниковом данный показатель на ППП 5 составляет 19,7, а на ППП 7 – 38,5 %. В сосняке ягодниковом за период экспозиции наименьшему разложению подверглась тестовая ткань, заложенная на ППП с сильной степенью рекреационного воздействия. В сосняке разнотравном наблюдается обратная тенденция, что, по нашему мнению, объясняется малой выборкой экспериментального материала и требует дополнительной проверки. Кроме того, если различия в интенсивности разложения клет-

чатки между пробными площадями со средней и сильной степенью рекреационной нагрузки в условиях сосняка ягодникового составляют 18,8 %, то в условиях сосняка разнотравного эти различия не превышают 8,8 %.

Анализируя разложение клетчатки в сосняках разнотравного и ягодникового типов леса, можно отметить, что процесс деструкции целлюлозы протекает быстрее в сосняке разнотравном как в зоне сильного, так и в зоне среднего рекреационного воздействия, что свидетельствует о его большей устойчивости к рекреационному воздействию.



Выводы

1. Рекреационное воздействие оказывает разное влияние на скорость деструкции целлюлозы в условиях сосняка разнотравного и сосняка ягодникового.
2. С увеличением степени рекреационного воздействия в сосняке ягодниковом замедляется деструкция целлюлозы. Для условий сосняка разнотравного характерна обратная закономерность.
3. Сосняк разнотравный характеризуется большей рекреационной устойчивостью по сравнению со сосняком ягодниковым.
4. Интенсивность разложения тестовой ткани может быть использована в качестве индикатора степени рекреационного воздействия, однако для установления конкретных показателей степени разложения при различных стадиях рекреационного воздействия требуются дальнейшие исследования.

Библиографический список

Бачурина А.В. Влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабаш-медь» на состояние прилегающих лесных насаждений: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Бачурина. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 21 с.

Востриков И.С., Петрова А.Н. Определение биологической активности почв различными методами // Микробиология. 1961. Т. XXX. Вып. 4. С. 165 – 174.

Залесов С.В. Проходные рубки в сосняках южной подзоны тайги Урала: дис. ... канд. с.-х. наук / С.В. Залесов. Свердловск: УЛТИ, 1986. 215 с.

Залесов С.В., Луганский Н.А. Проходные рубки в сосняках Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1989. 128 с.

Колесников, Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практич. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 178 с.

Швалева Н.П. Состояние лесных насаждений лесопарков г. Екатеринбурга и система мероприятий по повышению их рекреационной емкости и устойчивости: дис. ... канд. с.-х. наук / Н.П. Швалева. Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. 181 с.

Юсупов И.А., Луганский Н.А., Залесов С.В. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов. Екатеринбург: УГЛТА, 1999. 185 с.



УДК 630*524.3

**Ю.М. Алесенков,
Г.В. Андреев, С.В. Иванчиков**
(Yu.M. Alesenkov,
G.V. Andreyev, S.V. Ivanchikov)
(Ботанический сад УрО РАН)



Алесенков Юрий Михайлович родился в 1946 г. В 1973 г. окончил Донецкий государственный университет по специальности «Биология». В 1983 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата биологических наук по теме «Экологический анализ первичной продукции горных тёмнохвойных лесов Среднего Урала». Работал в Институте экологии растений и животных УрО АН СССР, с 1988 – в Институте леса (ныне Отдел лесоведения Ботанического сада УрО РАН), в настоящее время в должности старшего научного сотрудника. Опубликовано более 60 печатных работ, посвящённых биопродуктивности, строению, структуре и динамике тёмнохвойных лесов особо охраняемых природных территорий Урала.



Андреев Георгий Васильевич родился в 1965 г. В 1987 г. окончил Башкирский сельскохозяйственный институт по специальности «Лесное хозяйство». В 2005 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Восстановительно-возрастная динамика тёмнохвойных лесов Южного Урала (на примере северной части западного макросклона)». С 1990 г. работает в Институте леса (ныне Ботанический сад УрО РАН), в настоящее время в должности научного сотрудника. Опубликовано более 60 печатных работ по лесной типологии, структуре и восстановительно-возрастной динамике тёмнохвойных древостоев Среднего и Южного Урала.

Иванчиков Сергей Витальевич родился в 1974 г. В 1998 г. окончил Уральскую государственную лесотехническую академию по специальности «Лесное хозяйство». С 1999 г. работает в Ботаническом саду УрО РАН, в настоящее время в должности старшего инженера. Опубликовано более 15 печатных работ по структуре, естественному возобновлению и росту тёмнохвойных древостоев в особо охраняемых природных территориях.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЁМОВ ДРЕВЕСНЫХ СТВОЛОВ И ЗАПАСОВ ПОСЛЕВЕТРОВАЛЬНОГО ДРЕВОСТОЯ (THE DETERMINING OF VOLUMES OF TREE STEMS AND YIELDS OF AFTERWINDFALLEN STAND)

Рассматриваются разные способы определения объёмов ели и пихты по ступеням толщины и запасов различных категорий послеветровального древостоя.

The different methods of estimation of volumes on the steps of diameter and yields of different groups afterwindfallen stand are examined.

Основным компонентом лесного биогеоценоза является древостой, аккумулирующий биомассу в различных частях древесных организмов. Наибольшая и наиважнейшая в экономическом и экологическом отношении часть биомассы аккумулируется стволами деревьев. Запас фитомассы стволов является величиной, значения которой до сих пор не установлены с абсолютной точностью. Это обстоятельство, возможно, мешает построить адекватную модель биологического круговорота в лесных экосистемах.

В нашу задачу входил анализ последствий ветровала для древостоев Висимского биосферного заповедника. В результате ветровала произошли существенные изменения в структуре древостоев, выразившиеся в появлении ветровальных, буреломных и повреждённых деревьев. По этой причине нами был осуществлён поиск наиболее точных способов получения данных об объёмах выпавших, повреждённых, сухостойных и оставшихся неповреждённых деревьев.

Объект исследований расположен в Уральской горно-лесной области, Средне-уральской низкогорной провинции, южно-таёжном лесорастительном округе (Колесников и др., 1973). Исследования проводили на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника в разновозрастном ельнике хвощово-мелкотравном. Индекс лесорастительных условий – 362 (Колесников и др., 1973). Состав 4ЕЗК2Б1П, полнота 0,56. Запас растущей части 125 м³/га, получен с использованием метода скользящего диаметра по модельным деревьям. Подробная характеристика древостоя постоянной пробной площади была опубликована ранее (Алесенков и др., 2008; Алесенков и др., 2009).

Проведён замер объёмов древесных стволов модельных деревьев ели (9), пихты (5) и берёзы (1), поскольку рубка растущих деревьев на особо охраняемых природных территориях запрещена.

Был критически рассмотрен способ вычисления объёмов с использованием метода скользящего диаметра (Смолоногов, Залесов, 2002) – высоты модельных деревьев (минимальные, средние и максимальные значения диаметров) должны совпадать с кривыми высот (соотношение высот и диаметров). При несоблюдении этого условия метод скользящего диаметра может показать либо заниженные, либо завышенные значения запасов древостоев. Обработка полевого материала проводилась с использованием методических рекомендаций (Свалов, 1985) электронных таблиц Microsoft Excel на персональном компьютере. Для вычисления объёмов ветровальных деревьев ели и пихты по ступеням толщины и по категориям повреждения использовались соотношения высот и диаметров, опубликованные ранее (Алесенков и др., 2009), модельные деревья, а также региональные (Верхунов и др., 1991) и всеобщие объёмные таблицы (Лимонов и др., 1966).

Вычисление запасов древостоев по модельным деревьям и кривым высот было принято в качестве эталона. С ним сравнивались запасы, полученные по всеобщим объёмным таблицам (Лимонов и др., 1966), региональным объёмным таблицам (Верхунов и др., 1991) и объёмным таблицам берёзы Среднего Урала Л.А.Лысова (Луганский, Лысов, 1991), местным объёмным таблицам кедра (Смолоногов, Залесов, 2002). Помимо этого, проводился сравнительный анализ вычисления запасов древостоев по региональным таблицам сумм площадей сечений и запасов (Верхунов и др., 1991), а также по формуле Линь Чен Гана (Бараев, 1963), которая используется в практическом лесоустройстве.

Условные обозначения табл. 1 и табл. 4: Vск мод – объёмы стволов, полученные по модельным деревьям с использованием метода скользящего диаметра (Смолоногов, Залесов, 2002) по кривой высот моделей; Vск 2001 – с использованием метода скользящего диаметра по замерам высот и диаметров ветровальных деревьев в 2001 г.; Vск 01+03 – с использованием метода скользящего диаметра и замерам высот и диаметров

в 2001 и 2003 г.; $V_{ск\ 2003}$ – с использованием метода скользящего диаметра и замерам высот и диаметров в 2003 г.; $V_{Прод}$ – запасы, рассчитанные по модельным деревьям с использованием кривой высот М. Продана – параболы 2-го порядка; $V_{степ}$ – объёмы стволов по модельным деревьям, рассчитанные с использованием степенного (аллометрического) уравнения; $V_{все\ 2001}$ и $V_{все\ 01+03}$ – объёмы стволов, полученные на основе всеобщих объёмных таблиц ели В.К. Захарова (Лимонов и др., 1966) по замерам высот в 2001 и 2001 и 2003 гг.; $V_{верх\ 2001}$ и $V_{верх\ 01+03}$ – объёмы деревьев по таблицам П.М. Верхунова (1991) по данным замеров высот в 2001, а также 2001 и 2003 гг.

Таблица 1

Объёмы (m^3) ветровальных деревьев ели, рассчитанные разными способами

Д, см	$V_{ск\ мод}$	$V_{ск\ 2001}$	$V_{ск\ 01+03}$	$V_{ск\ 2003}$	$V_{Прод}$	$V_{степ}$	$V_{все\ 2001}$	$V_{все\ 01+03}$	$V_{верх\ 2001}$	$V_{верх\ 01+03}$
Ель										
4	0,005	0,005	0,004	0,004	0,027	0,004	0,004	0,004	-	-
8	0,025	0,026	0,024	0,023	0,026	0,022	0,026	0,024	0,024	0,021
12	0,072	0,073	0,067	0,064	0,063	0,065	0,070	0,070	0,069	0,064
16	0,151	0,152	0,142	0,137	0,138	0,138	0,160	0,150	0,158	0,140
20	0,268	0,269	0,253	0,245	0,251	0,250	0,280	0,270	0,269	0,256
24	0,425	0,425	0,403	0,393	0,403	0,405	0,460	0,420	0,426	0,409
28	0,622	0,620	0,593	0,583	0,594	0,609	0,650	0,620	0,603	0,5925
32	0,858	0,849	0,823	0,816	0,823	0,867	0,900	0,860	0,828	0,802
36	1,128	1,108	1,089	1,088	1,090	1,184	1,140	1,140	1,075	1,045
40	1,424	1,388	1,385	1,398	1,395	1,565	1,460	1,460	1,285	1,3025
Пихта										
4	0,002	0,003	0,003	0,003	-	0,004	-	-	-	-
8	0,025	0,022	0,020	0,018	-	0,025	-	-	0,021	0,019
12	0,082	0,068	0,064	0,058	-	0,080	0,070	0,065	0,064	0,059
16	0,180	0,155	0,146	0,132	-	0,182	0,150	0,140	0,146	0,133
20	0,316	0,293	0,277	0,251	-	0,343	0,280	0,270	0,270	0,246
24	0,478	0,495	0,467	0,425	-	0,574	0,440	0,440	0,436	0,404

При определении объёмов ели применение параболы второго порядка соотношения диаметров и высот М. Продана (цит. по Н.П. Анучину, 1982) показало неадекватные значения объёмов стволов в 4см ступени толщины. Но в более крупных ступенях различие несущественное. Использование степенной (аллометрической) зависимости объёма от диаметра показало, что наблюдаются наибольшие значения объёмов в ступенях толщины с 36 см и больше, а в более тонких ступенях толщины различия незначительны. Наименьшие значения объёмов в ступенях толщины более 28 см характерны для региональных объёмных таблиц (Верхунов и др., 1991). Следует также отметить отсутствие значений объёмов ели в 4 см ступени в этих же таблицах.

Использование кривых высот разных категорий деревьев, полученных ранее (Алесенков и др., 2009), и модельных деревьев 2001 г. показало (табл. 2), что наименьшими объёмами во всех ступенях толщины характеризуются повреждённые. Даже в 40 см ступени толщины их объём не превышает 1 м^3 , что составляет от 2/3 до 3/4 объёма ветровальных деревьев. Объём здоровых деревьев в ступенях толщины от 4 до 32 см составляет от 78 до 93 % объёма ветровальных. Лишь в 36 и 40 см ступенях толщины различие в объёме составляет менее 5 %. Буреломные деревья от 4 до 24 см ступеней толщины имеют больший объём, чем ветровальные, но разница не превышает 10 % даже в минимальной ступени толщины. В самых крупных ступенях толщины объём буреломных деревьев немного меньше объёмов ветровальных. Сухостойные деревья, наоборот, характеризуются меньшими объёмами, чем ветровальные, в ступенях толщины 24 см и менее. Начиная с 28 см ступени наибольший объём характерен для сухостойных деревьев.

Таблица 2

Объёмы (м^3) стволов деревьев ели и пихты различных категорий

Д, см	Категории деревьев					
	Растущие до ветровала	Буреломные	Ветровальные	Сухостойные	Здоровые	Повреждённые
Ель						
4	0,003	0,005	0,004	0,004	0,003	0,003
8	0,016	0,026	0,024	0,022	0,020	0,018
12	0,053	0,073	0,067	0,064	0,056	0,050
16	0,122	0,151	0,142	0,136	0,121	0,105
20	0,230	0,265	0,253	0,247	0,221	0,185
24	0,382	0,415	0,403	0,404	0,361	0,294
28	0,582	0,597	0,593	0,606	0,545	0,429
32	0,828	0,804	0,823	0,861	0,775	0,587
36	1,090	1,031	1,089	1,169	1,058	0,769
40	1,418	1,272	1,385	1,527	1,392	0,968
Пихта						
4	0,003	0,005	0,003	0,002	0,002	0,002
8	0,019	0,027	0,020	0,018	0,017	0,016
12	0,062	0,074	0,064	0,060	0,053	0,050
16	0,141	0,150	0,146	0,143	0,121	0,117
20	0,264	0,262	0,277	0,280	0,229	0,224
24	0,436	0,414	0,467	0,488	0,387	0,383

Здоровые экземпляры ели до 16-20 см ступени толщины характеризуются близкими значениями объёмов стволов растущих деревьев до ветровала. В ступенях толщины от 24 до 32 см объём здоровых деревьев характеризуется меньшими значениями, чем доветровальных. В 36 и 40 см ступенях толщины объём деревьев до ветровала близок к объёмам здоровых деревьев.

Из табл. 3 заметно, что запасы ели разных категорий, полученные по объёмным таблицам, а также с использованием модельных деревьев, близки между собой. Использование разных кривых высот ветровальных деревьев 2001 г. и замеров высот, сделанных для каждой категории в 2003 г., показало немного меньшие значения запасов, чем которые были получены по модельным деревьям (знаменатель). Наименьшие запасы рассчитаны с использованием местных таблиц сумм площадей сечений и по формуле. Это обусловлено использованием при расчетах средних значений с соответствующим нормальным распределением деревьев по ступеням толщины. Наиболее близким к нормальному (одновершинному) оказалось распределение буреломных деревьев. Поэтому разные способы вычисления запасов буреломных деревьев показали близкие результаты.

Различия в объёмах ветровальных деревьев пихты (см. табл. 1) обусловлены разными кривыми высот. Использовались разные кривые высот: модельные ветровальные деревья пихты, замеры высот 2001 г., 2003 г. и замеры 2001 и 2003 гг. У пихты наибольшие значения объёмов наблюдаются в ступенях больше 20 см, вычисленные с использованием степенного (аллометрического) уравнения. Близкие объёмы оказались получены с использованием степенного уравнения и по модельным деревьям с использованием метода скользящего диаметра в ступенях толщины от 4 до 16 см ступенях толщины. Следует отметить отсутствие всеобщих объёмных таблиц пихты в ступенях толщины 4 и 8 см. Кроме того, отсутствуют данные об объёмах деревьев пихты в 4 см ступени толщины в региональных таблицах объёма (Верхунов, 1991).

Наблюдается незначительное различие по объёмам здоровых и повреждённых деревьев, обусловленное небольшой разницей по их высоте (см. табл. 2). Буреломные деревья характеризуются большими объёмами в ступенях толщины от 8 до 12 см. В более крупных ступенях толщины объёмы буреломных деревьев меньше объёмов ветровальных. Наибольшие объёмы сухостойных деревьев характерны для самых крупных (20 и 24 см) ступеней толщины. Здоровые деревья пихты характеризуются наименьшими объёмами по сравнению с ветровальными, буреломными и сухостойными.

Наибольшие значения запасов ветровальных деревьев пихты (см. табл. 3) получены с использованием степенного или аллометрического уравнения, наименьшие – по формуле Линь Чен Гана, а также с использованием кривой высот модельных деревьев (значения знаменателя строки «Модельные деревья») и региональных таблиц сумм площадей сечений и запасов. Все остальные способы показывают близкие результаты значения запасов.

Таблица 3

Запасы (м^3) деревьев основных лесообразующих пород по категориям, рассчитанные различными способами

Способы вычисления запасов	Категории деревьев				
	Буреломные	Ветровальные	Сухостойные	Здоровые	Повреждённые
Ель					
Степенное (аллометрия)	-	91,923	-	-	-
М. Продана	-	94,009	-	-	-
Модельные деревья, $d_{\text{СК}}$	$\frac{44,348}{42,776}$	$\frac{94,611}{90,045}$	$\frac{34,134}{33,850}$	$\frac{47,480}{41,326}$	$\frac{12,557}{8,688}$
Песотаксационный справочник Урала	51,374	88,803	33,132	41,131	8,846
Всеобщие объёмные таблицы	45,716	94,254	35,377	44,330	9,547
Стандартные таблицы	42,499	76,232	26,061	29,698	7,172
Формула Линь Чен Гана	42,428	73,917	25,868	27,120	6,484
Пихта					
Степенное (аллометрия)	-	15,818	-	-	-
Модельные деревья, $d_{\text{СК}}$	$\frac{3,035}{3,252}$	$\frac{10,886}{12,720}$	$\frac{1,894}{2,491}$	$\frac{6,321}{4,914}$	$\frac{1,954}{1,460}$
Песотаксационный справочник Урала	3,220	12,596	2,501	5,046	1,515
Всеобщие объёмные таблицы	3,277	12,106	2,552	5,110	1,498
Стандартные таблицы	3,116	11,113	2,052	4,560	1,358
Формула Линь Чен Гана	3,011	10,646	1,835	4,177	1,196
Кедр					
Региональные таблицы	0,583	0,406	12,804	42,442	0,348
Всеобщие объёмные таблицы	0,560	0,393	11,950	38,150	0,339
Стандартные таблицы	0,614	0,334	13,923	42,102	0,298
Формула Линь Чен Гана	0,557	0,311	12,381	36,769	0,293
Берёза					
Песотаксационный справочник Урала	8,782	9,083	3,324	24,438	1,492
Региональные таблицы Л.А Лысова	8,172	8,560	3,113	22,752	1,393
Всеобщие объёмные таблицы	8,060	8,780	3,110	23,370	1,360
Стандартные таблицы	8,612	9,132	3,236	24,301	1,428
Формула Линь Чен Гана	8,720	9,164	3,334	24,641	1,467

Наименьшие значения запасов буреломных деревьев получены с использованием формулы Линь Чен Гана, а также по модельным деревьям и кривой высот. Но различия незначительные. Наибольшие запасы сухостойных деревьев получены по всеобщим и региональным объёмным

таблицам, а наименьшие – по кривой высот модельных деревьев и формуле. В целом различия и в абсолютных величинах несущественные. Наибольшие запасы здоровых деревьев получены с использованием модельных деревьев и кривых высот замеров 2001 г., а наименьшие – по формуле и таблицам запасов и сумм площадей сечений. Региональные и всеобщие объёмные таблицы, а также модельные деревья с использованием кривой высот 2003 показывают близкие между собой промежуточные результаты.

Наибольшие значения запасов здоровых деревьев кедра (см. табл. 3) получены с использованием региональных объёмных таблиц (Смолоногов, Залесов, 2002). Местные таблицы сумм площадей сечений деревьев кедра также показали близкие значения. Значительно меньшие показатели запасов рассчитаны с использованием всеобщих объёмных таблиц, а наименьшие – с использованием формулы Линь Чен Гана. Наибольшие значения запасов ветровальных деревьев кедра получены с использованием местных и всеобщих объёмных таблиц, а наименьшие – по формуле и местным таблицам сумм площадей сечений и запасов. Наименьшие значения запасов сухостойных деревьев кедра характерны для всеобщих объёмных таблиц, а наибольшие получены по стандартным таблицам.

Наименьшие запасы здоровых деревьев (см. табл. 3) получены с использованием объёмных таблиц берёзы Среднего Урала (Луганский, Лысов, 1991), которые были взяты за основу, наибольшие – с использованием формулы Линь Чен Гана (Бараев, 1963), различие составило 8 %. Наибольшие запасы буреломных, ветровальных и сухостойных деревьев получены с использованием формулы, а наименьшие – с использованием таблиц Н.А. Луганского, Л.А. Лысова (1991) и всеобщих объёмных таблиц.

Нами проанализированы различные методы вычислений объёмов стволов деревьев, в разной степени пострадавших от штормового ветра в 1995 г. На основе опубликованных ранее работ (Алесенков и др., 2009) по ступеням толщины были вычислены, исходя из соотношения высот и диаметров, объёмы растущих, ветровальных, буреломных и сухостойных деревьев.

Было показано различие в вычисленных объёмах стволов деревьев разных категорий, исходя из индивидуальных характеристик строения древостоев, соотношения высот и диаметров деревьев, а также от особенностей разных объёмных таблиц.

Нами установлено, что использование местных стандартных таблиц и вычисление запасов по формуле занижает запасы ели и пихты. В то же время использование этих двух способов для березового элемента древостоя (в случае его наличия в темнохвойном), распределение которого близко к нормальному, вполне корректно и показывает близкие значения.

Библиографический список

Алесенков Ю.М. и др. Постветровальная структура тёмнохвойного древостоя Висимского заповедника / Ю.М. Алесенков, Г.В. Андреев, Е.Г. Поздеев, С.В. Иванчиков // Лесная таксация и лесостроительство. 2008. № 2(40). С. 43-48.

Алесенков Ю.М. и др. Соотношение высот и диаметров основных лесобразующих пород под воздействием ветровала в Висимском заповеднике / Ю.М. Алесенков, Г.В. Андреев, Е.Г. Поздеев, С.В. Иванчиков // Аграрный вестник Урала. 2009. № 2. С. 75-77.

Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Бараев С.К. Определение запасов без обмера модельных деревьев / С.К. Бараев // Лесн. хоз-во. 1963. № 8. С. 26-29.

Верхунов П.М. и др. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской и Курганской областей, Башкирской АССР): справочник / П.М. Верхунов, А.В. Попова, В.Л. Черных, И.В. Мамаев. М.: ЦБНТИлесхоз, 1991. Ч. I, II. С. 483.

Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Лимонов Е.И. и др. Полевой справочник лесостроителя: справочник / Е.И. Лимонов, Ю.Н. Полянский, В.И. Сухих, Л.А. Чернышова. Горький: Волго-Вятское книжное изд-во, 1966. 172 с.

Луганский Н.А., Лысов Л.А. Березняки Среднего Урала: моногр. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 100 с.

Свалов С.Н. Применение статистических методов в лесоводстве // Итоги науки и техники: Лесоведение и лесоводство. М.: ВИНТИ, 1985. Т.4. С. 1-164.

Смолоногов Е.П., Залесов С.В. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины: моногр. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 186 с.



УДК 630.284

В. Н. Денеко

(V.N. Deneko)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Денеко Валерий Николаевич родился в 1955 г. В 1984 г. окончил Уральский лесотехнический университет. В 1998 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. В настоящее время работает доцентом кафедры лесных культур и мелиорации в Уральском государственном лесотехническом университете. Опубликовано 85 печатных работ, в том числе в изданиях по списку ВАК 15. Научные интересы: подсосное производство, лесокультурное дело, ландшафтное строительство.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВЬЕВ РАЗЛИЧНОЙ КАТЕГОРИИ СМОЛОПРОДУКТИВНОСТИ (COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF PINE TREES WITH DIFFERENT RESIN PRODUCTION CATEGORY)

Рассмотрена статистическая характеристика смолопродуктивности деревьев с низким, средним и высоким показателями выхода живицы.

Statistic characteristic resin production of pine trees with small, middle and high index resin production, was inspected.

Одним из возможных путей повышения производительности труда на подсочке леса является использование деревьев только со средней и высокой смолопродуктивностью с исключением при этом из производственного цикла всех деревьев с низким выходом живицы. Нами была рассмотрена характеристика смолопродуктивности всех трех категорий деревьев с целью возможного использования полученных результатов в научных или производственных целях.

С этой целью мы разделили все деревья опытного участка (700 шт) по категориям смолопродуктивности на низкую, среднюю и высокую по методике Мельникова А. П. (1971)*, при которой критерием для отнесения каждого дерева в соответствующую ему категорию служило среднеквадратическое отклонение – сигма. Деревья, смолопродуктивность которых по итогам всего сезона подсочки превышала

* Мельников А. П. Лесоводственно-технологические особенности подсочки сосны в лесах Казахского мелкосопочника: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.П. Мельников. Алма-ата: Казах. с.-х. ин-т, 1971. 21 с.

среднюю смолопродуктивность исследуемого насаждения на значение среднеквадратического отклонения ($X + \sigma$), вошли в категорию высокой смолопродуктивности. Соответственно в категорию низкой смолопродуктивности вошли деревья со смолопродуктивностью, лежащей за интервалом ($X - \sigma$). Все остальные деревья вошли в категорию среднесмолопродуктивных деревьев. Рассмотрим основные статистические показатели смолопродуктивности деревьев низкой и высокой категории смолопродуктивности (таблица).

Основные статистические показатели смолопродуктивности деревьев различных категорий смолопродуктивности

Дата замера смолопродуктивности	Категория смолопродуктивности деревьев		
	Низкосмолопродуктивная	Среднесмолопродуктивная	Высокосмолопродуктивная
Коэффициент вариации			
29.06.85	48,15±4,182	27,69±0,942	26,11±1,885
27.07.85	32,24±2,544	22,86±0,761	17,61± 1,229
26.08.85	28,81±2,234	20,71±0,684	14,69±1,016
Сезон 85	29,42± 2,288	20,18±0,665	13,69±0,945
02.06.86	38,17±3,114	30,34±1,023	25,94±2,004
21.06.86	36,33±2,933	29,58±0,993	28,07±2,191
09.07.86	40,21±3,321	32,45±1,106	25,81±1,993
26.07.86	35,02±2,805	25,69±0,847	18,61±1,396
19.08.86	31,73±2,497	22,28±0,274	16,67±1,242
05.09.86	26,86±2,063	23,83±0,779	22,56±1,718
Сезон 86	24,23±1,839	20,53±0,662	15,70±1,167
Коэффициент асимметрии			
02.06.86	0,127±0,245	0,398±0,107	0,729 ±0,247
21.06.86	- 0,270±0,245	0,215±0,107	1,901±0,247
09.07.86	0,038±0,245	0,717±0,107	1,055±0,247
26.07.86	0,859±0,245	0,046±0,107	0,565±0,247
19.08.86	1,309±0,245	0,188±0,107	1,009±0,247
05.09.86	-0,449±0,245	0,870±0,107	1,551±0,247
Сезон 86	- 1,323±0,245	0,151±0,107	1,310±0,247
Коэффициент эксцесса			
02.06.86	0,866±0,485	-0,267±0,214	1,448±0,490
21.06.86	-0,036±0,485	0,181±0,214	11,500±0,490
09.07.86	-0,608±0,485	1,74±0,214	0,728±0,490
26.07.86	4,213±0,485	- 0,58±0,214	0,485±0,490
19.08.86	8,723±0,485	- 0,19±0,245	1,583±0,490
05.09.86	0,798±0,485	2,836±0,214	3,522±0,490
Сезон 86	1,361±0,485	-1,072±0,214	1,434 ±0,490

Как видим, различия в показателях коэффициента вариации весьма существенны. Так, по итогам 1985 г. у низкосмолопродуктивных деревьев $V = 29,42$, у среднесмолопродуктивных $V = 20,18$ и у высокосмолопродуктивных $V = 13,69$. Таким образом, коэффициент вариации у низкосмолопродуктивных деревьев превышал таковой у высокосмолопродуктивных более чем в 2 раза. В 1986 г. картина практически осталась без изменений. Это свидетельствует о том, что высокосмолопродуктивные деревья имеют более устойчивый выход живицы.

Показатели асимметрии у высокосмолопродуктивных деревьев достоверны в течение всего сезона подсочки и имеют ярко выраженную положительную асимметрию. Этот показатель, как и коэффициент вариации, также указывает, что высокосмолопродуктивные деревья обладают более высокой жизнеспособностью. Показатели асимметрии у низкосмолопродуктивных деревьев отличаются нестабильностью, кроме того, большая часть показателей недостоверна. В период наибольшей продуцирующей способности смоляного аппарата сосны (26.07 - 19.08) у деревьев данной категории отмечена достоверная положительная асимметрия, тогда как в более поздние сроки она, наоборот, отрицательная.

Смолопродуктивность деревьев из группы средней смолопродуктивности имеет стабильные показатели асимметрии, а по итогам всего сезона они наилучшим образом характеризуют эту группу как группу, имеющую нормальное распределение смолопродуктивности.

Показатели эксцесса высокосмолопродуктивных деревьев имеют высокие значения и большей частью достоверны. Это же самое можно отметить и у деревьев низкой смолопродуктивности, тогда как деревья из группы средней смолопродуктивности отличаются разнообразием смолыделения в различные периоды сезона. Так, в начале июля (09.07.86) большинство деревьев продуцировало примерно равное количество живицы, как и в конце августа, тогда как в середине июля произошло разделение деревьев по смолопродуктивности на две различные категории.

Обобщая изложенное, следует отметить, что наибольшей стабильностью показателей смолопродуктивности отличаются деревья высокой смолопродуктивности. Это, видимо, вызвано тем, что деревья этой категории имеют наиболее высокую жизнеспособность, что позволяет им реагировать на ранения всегда ровно, минимально изменяя свои защитные функции под действиями внешней среды. Это же может указывать и на более значительное влияние на продуци-

рующую способность смоляного аппарата данной категории смолопродуктивности генетической составляющей, а не факторов внешней среды, последние в большей мере оказывает влияние на деревья средней и низкой смолопродуктивности.

Учитывая высокую однородность показателей смолопродуктивности у высокосмолопродуктивных деревьев, можно рекомендовать формировать из таких деревьев опытные участки для исследований в подсочке леса, однако небольшое количество данных деревьев (до 15 %) от их общего числа в каком-либо древостое не позволяет эффективно применять эти рекомендации на практике.



УДК 630*181.351:582.475

Д.В. Веселкин
(D.V. Veselkin)

(Институт экологии растений и животных УрО РАН)



Веселкин Денис Васильевич родился в 1973 г. В 1995 г окончил Уральский государственный университет им. А.М.Горького. Кандидат биологических наук. В настоящее время работает в Институте экологии растений и животных УрО РАН в лаборатории биоразнообразия растительного мира и микобиоты. Имеет 75 научных работ по экологии и морфологии растений, эктомикоризе, микоризном симбиозе, межвидовом взаимодействии.

**СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ ВКЛАДОВ НЕСИМБИОТИЧЕСКИХ
И СИМБИОТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОДЗЕМНЫХ
ОРГАНОВ В РАЗВИТИЕ НАДЗЕМНЫХ ОРГАНОВ
ЭКТОМИКОРИЗНЫХ РАСТЕНИЙ**
(WAY OF THE DIFFERENTIATION OF CONTRIBUTION
NONSYMBIOTIC AND SYMBIOTIC PARAMETERS
OF THE UNDERGROUND ORGANS
TO THE DEVELOPMENT OF OVERGROUND ORGANS
OF ECTOMYCORRHIZAL PLANTS)

Описан способ численной характеристики вкладов (значения) несимбиотических и симбиотических (эктомикоризных) параметров строения подземных органов всходов сосны обыкновенной (Pinus sylvestris L.) в раз-

витие их надземных органов. Способ базируется на использовании метода множественной регрессии. Проанализированы возможные способы построения регрессий и осуществлено сравнение их результатов на материале однолетних и двухлетних всходов сосны обыкновенной из 26 местобитаний.

*It has described the method of numerical characteristic contributions (impotence) of the nonsymbiotic and symbiotic (ectomycorrhizal) parameters of underground organs construction of the Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) shoots in the overground organs development. The way is based on use of multiple regression method. Possible ways of regression construction is analyzed and comparison their results on the material of one-years and two-years Scots pine seedlings from 26 habitats is made.*

Эктомикоризный симбиоз – важный тип биотических взаимодействий, в значительной степени определяющий структуру экосистем с доминированием деревьев. Эктомикоризам приписывается положительная роль в создании продукции деревьев, но количество прямых корректных подтверждений этого тезиса незначительно. Многочисленные оценки значения микотрофии получены в опытах, выполненных по схемам стерильного эксперимента, результаты которых не могут быть однозначно экстраполированы на естественные сообщества. Ниже описан возможный путь, позволяющий сопоставить характер и величину относительных вкладов несимбиотических и симбиотических параметров строения подземных органов всходов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в развитие их надземных органов и тем самым приблизиться к количественной оценке функционального значения микотрофии в нестерильных условиях.

Основные моменты способа, позволяющего разделить несимбиотические и симбиотические вклады в продуктивность растений, следующие. Во-первых, двусторонняя функциональная взаимосвязь между надземными и подземными органами редуцируется до анализа одностороннего влияния, при котором состояние надземной части растения рассматривается как функция состояния подземных органов. Во-вторых, параметры строения подземных органов дифференцируются на «несимбиотические» и «симбиотические» на основании того, участвуют или нет эктомикоризные грибы в их формировании. В-третьих, направление и сила влияния параметров подземных органов на характеристики успешности развития особи оцениваются на основании значений частных коэффициентов множественной регрессии. Ранее для оценки значения эктомикориз вне стерильных экспериментов использовался только корреляционный анализ [1–3] и близкий подход с выделением групп особей с разным уровнем активности микоризообразования [4, 5–6].

Анализ строения растений. Описываемый способ, как и прочие подходы, используемые для численной характеристики значения микотрофии, может быть реализован только на материале ювенильных особей. Проанализировано строение порядка тысячи одно- и двухлетних всходов сосны обыкновенной, произраставших в 26 естественных и искусственных местообитаниях – в сосновых насаждениях, на лесных гарях, на естественных безлесных площадях и в лесных питомниках. Из каждой категории земель проанализировано по 30–60 всходов. У всех у них определяли массу надземной части (которую использовали в дальнейшем в качестве зависимой переменной) и параметры подземных органов, например: длину главного ($1ns^*$), боковых недетерминированных ($2ns$) и сумму длин недетерминированных корней ($3ns$); абсолютные количества немикоризных ($4ns$) и микоризных ($5s$) детерминированных корней, микоризных окончаний ($6s$). Рассчитаны: активность микоризообразования ($7s$); плотности немикоризных ($8ns$) и микоризных ($9s$) корней и микоризных окончаний ($10ns$). Методы анализа строения корневых систем подробно описаны в [7, 8].

Способы построения регрессий. Разные аспекты строения растений, описываемые разными параметрами, связаны между собой коррелятивно или функционально [9]. Это справедливо, в частности, для параметров строения корневых систем *P. sylvestris* (табл. 1) и противоречит условиям применения множественной регрессии. Поэтому разработка рабочих моделей – важный этап анализа, в ходе которого необходимо выбрать или сконструировать предикторы и их списки таким образом, чтобы получаемые результаты были бы (I) биологически осмысленными, (II) статистически корректными и (III) сопоставимыми, т.е. позволяющими сравнивать вклады одноименных параметров в разных местообитаниях.

В качестве предикторов уравнения могут быть использованы непосредственные значения параметров строения и микоризации корневых систем. В таком случае отбор функционально значимых переменных для включения в финальную модель может быть осуществлен на основании (а) формальных критериев, реализованных в статистических программах, или (б) экспертно – на основании соображений о биологической сущности параметров. На этапе выбора предикторов может быть использован также факторный анализ (табл. 2), результаты которого позволяют (в) формально определить ключевые признаки – признаки с наибольшими факторными нагрузками или (г) перейти от исходных переменных к главным факторам (ГФ), оценки которых можно рассматривать как новые переменные. Как правило, число ГФ, удовлетворительно описывающих дисперсию признаков строения подземных органов, равно 2-3, и они относительно легко интерпретируются.

* Аббревиатуры «ns» и «s» указывают соответственно на принадлежность параметра к группе «несимбиотических» или «симбиотических»; цифры – номер параметра.

Таблица 1

Матрица коэффициентов корреляции (r) между параметрами подземных органов всходов *Pinus sylvestris* (над диагональю – медиана распределения 26 значений r ; под диагональю – наибольшие по модулю значения r)

Параметры	Параметры									
	1ns	2ns	3ns	4ns	5s	6s	7s	8ns	9s	10s
1ns	–	0,29	0,55	0,33	0,22	0,22	–0,11	–0,01	–0,04	–0,01
2ns	0,73	–	0,97	0,65	0,53	0,53	0,03	–0,11	0,20	0,21
3ns	0,79	0,99	–	0,67	0,53	0,52	0,00	–0,07	0,11	0,13
4ns	0,64	0,90	0,92	–	0,10	0,06	0,29	0,74	–0,20	–0,17
5s	0,52	0,76	0,85	0,66	–	0,99	0,43	–0,30	0,91	0,89
6s	0,52	0,75	0,85	0,63	0,99	–	0,41	–0,32	0,90	0,91
7s	–0,54	0,46	0,49	0,77	0,81	0,80	–	0,43	0,58	0,52
8ns	–0,43	–0,56	–0,52	0,91	–0,65	–0,65	0,97	–	–0,30	–0,34
9s	–0,51	0,53	0,51	–0,70	0,97	0,96	0,94	–0,66	–	0,97
10s	0,38	–0,52	–0,53	–0,76	0,97	0,98	0,88	–0,72	0,99	–
Примечание. Обозначение параметров см. в тексте.										

Таблица 2

Факторные нагрузки параметров подземных органов всходов *Pinus sylvestris* в 26 выборках после стандартизации значений параметров внутри выборок

Параметры подземных органов		Главные факторы (вращение – равномаксимальное)		
		ГФ Is	ГФ II _{ns}	ГФ III _{ns}
Длина главного корня	1ns	–0,04	0,66	–0,04
Длина боковых недетерминированных корней	2ns	0,22	0,89	0,06
Длина всех недетерминированных корней	3ns	0,18	0,96	0,06
Количество немикоризных корней	4ns	–0,11	0,60	0,77
Количество микориз корней	5s	0,92	0,34	0,02
Количество микоризных окончаний	6s	0,91	0,34	0,01
Интенсивность микоризации	7s	0,86	–0,05	–0,45
Плотность немикоризных корней	8ns	–0,27	–0,08	0,94
Плотность микориз корней	9s	0,97	–0,10	–0,01
Плотность микоризных окончаний	10s	0,97	–0,06	–0,05
Доля объясняемой дисперсии		0,45	0,28	0,17

Для выбора оптимального вида регрессионной модели анализ характера и степени зависимости надземной массы всходов от параметров строения подземных органов в каждой из 26 выборок осуществлен четырьмя способами. **Способ 1:** предикторы – 10 параметров строения под-

земных органов с пошаговым введением переменных в модель с пороговым значением частного F -критерия, равным 3.5 [10]. **Способ 2:** предикторы – три ключевых параметра, выбор которых обоснован экспертно и подтверждается результатами факторного анализа: 1) длина всех недететерминированных корней (3ns); 5) плотность безмикоризных корней (8ns); 6) плотность микоризных окончаний (10s). **Способ 3:** предикторы – оценки трех ГФ, описывающих морфологию и микоризацию корневых систем каждого всхода, вычисленные на стандартизированных в каждой выборке данных (факторные нагрузки признаков см. в табл. 2). **Способ 4:** расчет регрессионных коэффициентов в программе RESPO (Richard L. Holmes, 1999; пакет Dendrochronology Program Library), алгоритм которой близок способу 3 [11].

Сравнение способов построения регрессий. Регрессионные модели, построенные разными способами, характеризуются примерно равным качеством. В среднем в 26 выборках от 21 до 87 %, но, как правило, 50–60 % изменчивости массы надземной части всходов сосны связаны с особенностями строения их подземных органов независимо от используемого способа построения регрессии (табл. 3). При способах регрессии 2–4 в 1–2 выборках из 26 регрессионные уравнения незначимы. Одним из критериев корректности множественных регрессионных зависимостей является наличие одного и того же знака («плюс» или «минус») при регрессионных коэффициентах и коэффициентах парной корреляции независимых переменных с зависимой. Различие знаков указывает на скоррелированность переменных, использованных в качестве независимых, и соответственно на некорректность использованной регрессионной модели. По этому критерию и в целом на основании формально-статистических характеристик лучшим способом осуществления регрессии является способ 3, основывающийся на использовании в качестве предикторов оценок ГФ.

Зависимости, полученные разными способами, различаются по сбалансированности отражения функциональной значимости несимбиотических, т.е. собственно растительных признаков строения подземных органов всходов, и симбиотических признаков. Наибольшее количество случаев, когда значимым оказалось влияние и симбиотических, и несимбиотических параметров, наблюдается при использовании программы RESPO. Однако результаты, получаемые этим способом, обладают существенным, на наш взгляд, недостатком – они не обязательно биологически осмысленны. Иногда в получаемом уравнении (в которое в силу программно-реализуемого алгоритма входят все заданные предикторы) знаки при частных регрессионных коэффициентах у теснокоррелированных и взаимно детерминированных признаков (например, у 2ns – 3ns или 5s – 6s, или 5s – 9s) оказываются противоположными. Такие зависимости, несмотря на приемлемые значения R^2 , сложно признать биологически обоснованными.

Таблица 3

Сравнение результатов четырех способов множественной регрессии

Характеристики	Способ регрессии			
	1	2	3	4
Доля значимых ($p < 0.05$) моделей, %	100,0	92,3	96,2	92,3
Коэффициент детерминации – R^2 (медиана и размах)	0,55 (0,21-0,87)	0,54 (0,22-0,85)	0,53 (0,24-0,84)	0,59 (0,24-0,87)
Количество значимых ($p < 0.05$) предикторов (шт.; медиана и размах)	2 (1–4)	2 (1–3)	2 (1–2)	5 (0–8)
Доля моделей с противоположными знаками при регрессионных коэффициентах и коэффициентах парной корреляции, %:				
в полной модели	15,4	34,6	11,6	65,4
среди значимых предикторов	15,4	0,0	0,0	7,7
Доля моделей со значимым влиянием параметров, %:				
только несимбиотических	34,6	42,3	34,6	26,9
только симбиотических	11,5	0,0	3,8	3,8
несимбиотических и симбиотических	53,9	57,7	61,6	65,4
Статистическая корректность (относительная)	Средняя	Средняя	Высокая	Низкая
Биологическая осмысленность	Не гарантирована	Есть	Есть	Не гарантирована
Сопоставимость разных местообитаний	Не гарантирована	Есть	Есть	Есть

С учетом того, что при пошаговом введении переменных (способ 1) не гарантирована возможность корректного сравнения результатов регрессий, построенных для разных выборок (местообитаний), оптимальным для раздельной оценки вкладов несимбиотических и симбиотических параметров строения подземных органов в развитие всходов сосны обыкновенной нам представляются способы 2 и 3 (см. табл. 3). Результаты, получаемые с их использованием, в большинстве случаев статистически корректны (по этому критерию некоторое преимущество у способа 3), биологически осмысленны и удобны для интерпретации (преимущество у способа 2), и они, что необходимо в экологически ориентированных исследованиях, обеспечивают возможность корректного сравнения результатов, характеризующих анализируемую систему взаимосвязей в разных выборках (местообитаниях).

Библиографический список

1. Berman J.T., Bledsoe C.S. Soil transfers from valley oak (*Quercus lobata* Nee) stands increase ectomycorrhizal diversity and alter root and shoot growth on valley oak seedlings // *Mycorrhiza*. 1998. V. 7. № 5. P. 223–235.
 2. Brunner I. Pilzökologische Untersuchungen in Wiesen und Brachland in der Nordschweiz (Schaffhauser Jura) // *Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH. Zürich: Stiftung Rübel*, 1987. H. 92. 241 s.
 3. Last F.T., Wilson J., Mason P.A. Numbers of mycorrhizas and the growth of *Picea sitchensis* – what is the relationship ? // *Ecological and applied aspects of ecto- and endomycorrhizal associations*. Praha: Academia, 1989. Pt. 1. P. 293–298.
 4. Лобанов Н.В. Микотрофность древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 216 с.
 5. Семенова Л.А. Влияние известкования почвы на микоризообразование у сеянцев сосны и ели // *Микосимбиотрофизм и другие консортивные отношения в лесах Севера*. Петрозаводск, 1985. С. 72–82.
 6. Шкараба Е.М., Сентябова Т.А. Особенности микоризообразования у сеянцев ели в лесных питомниках Пермской области // *Микориза и другие формы консортивных связей в природе*. Пермь, 1985. С. 32–37.
 7. Веселкин Д.В. Морфология корневых систем и микоризообразование у ювенильных пихты сибирской и ели сибирской в условиях воздействия выбросов медеплавильного комбината // *Лесоведение*. 2006. № 4. С. 52–60.
 8. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. М.: Наука, 1981. 232 с.
 9. Ростова Н.С. Структура и изменчивость корреляций морфологических признаков цветковых растений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.С. Ростова. СПб, 2000. 40 с.
 10. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ. М.: Мир, 1982. 488 с.
 11. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 246 с.
-

УДК 630.674.6.02 – 674.09

**А.А. Еремеев, О.А. Федотова,
Е.Г. Бобыкина, В.В. Чамеев**
(А.А. Eremeev, О.А. Fedotova,
Е.Г. Bobykina, V.V. Chameev)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Еремеев Александр Анатольевич родился в 1986 г. В 2009 г. окончил Уральский государственный лесотехнический университет. В настоящее время является аспирантом 1-го года обучения. Имеет 9 печатных работ.



Федотова Ольга Александровна родилась в 1986 г. В 2009 г. окончила Уральский государственный лесотехнический университет. В настоящее время является магистрантом.



Бобыкина Екатерина Геннадьевна родилась в 1989 г. В 2006 г. поступила в Уральский государственный лесотехнический университет на лесоинженерный факультет, специальность «Лесоинженерное дело». В настоящее время является студенткой 4-го курса.



Чамеев Василий Владимирович родился в 1947 г. В 1971 г. окончил Уральский лесотехнический институт. В 1992 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Работает на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ в должности доцента. Опубликовал около 150 работ, включая 5 учебных пособий.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА
(STATISTICAL OBSERVATIONS FOR
OPERATION FOREST ENGINEERING OBJECT)**

Представлена методика сбора и обработки статистических данных лесотехнических объектов. Приведен общий вид журнала статистических наблюдений.

The Presented methods of the collection and processing statistical data forest engineering object. General type of the journal of the statistical observations is brought.

Решение задач анализа и синтеза, возникающих при изучении технологических процессов лесопромышленных предприятий как сложных систем [1], возможно как аналитическими, так и численными методами на базе математических моделей.

При изучении любого процесса методом математического моделирования необходимо построить его математическое описание или математическую модель.

При любом способе использования математической модели при исследовании некоторого лесотехнического объекта в первую очередь необходимо наметить совокупность искомых величин, т.е. характеристик процесса, параметров системы, определение которых является целью исследования.

Основными параметрами системы можно принять [2, 3]:

t_E – интервалы времени между смежными поступлениями сигналов;
 t_O – длительность обработки сигнала;
 $t_{ПС}$ – длительность простоя по собственным причинам;
 $t_{МС}$ – длительность между смежными простоями по собственным причинам.

Перечисленные основные параметры являются случайными величинами, и, следовательно, математические модели параметров должны быть построены на основе статистических данных [4]. Для статистических данных нужно разработать методику их сбора и применить для обработки данных методы математической статистики и теории вероятностей.

В общем случае методика сбора статистических данных включает:

- выбор параметров для наблюдения;
- выбор способа фиксации параметров (автоматизированный или ручной);
- определение необходимого числа наблюдений;
- разработку формы журнала наблюдений и проведения эксперимента.

Автоматизированный способ фиксации параметров применяют в системах АСУ ТП, в других случаях требуется технико-экономическое обоснование.

Выбор параметров для наблюдения зависит от объекта исследования и задачи научного исследования. Формализованно схему лесотехнического (как и другого) объекта как сложной системы или ее элемента можно представить в виде рис. 1.

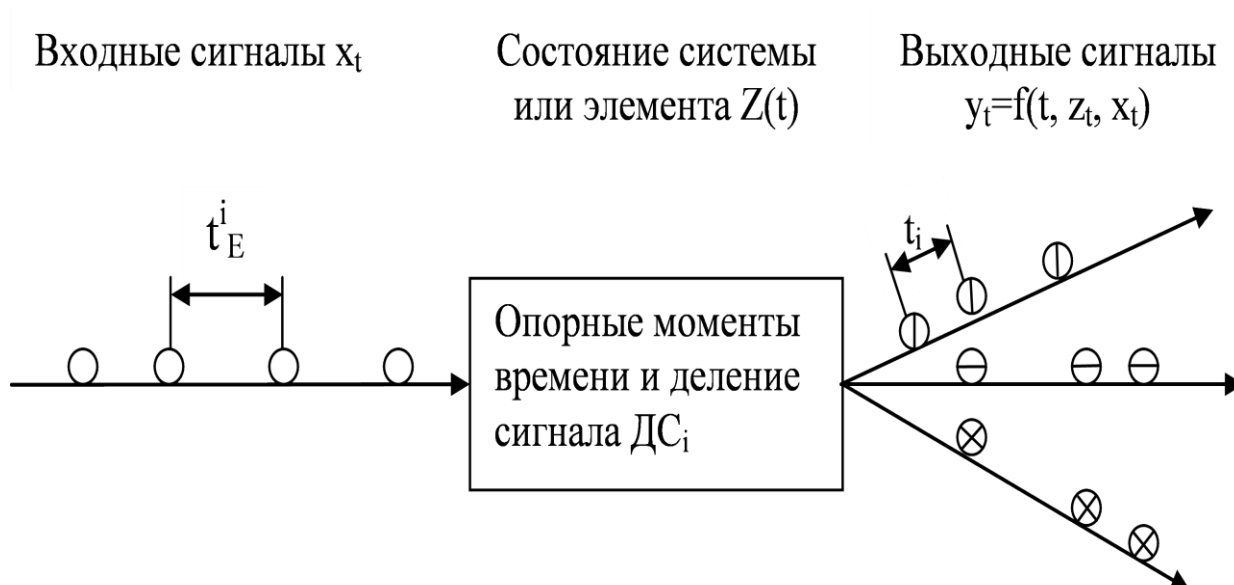


Рис. 1. Формализованная схема лесотехнического объекта

Если за объект исследования взять технологический процесс лесопильного цеха, то входными сигналами будут пачки бревен, поступающих со склада сырья на эстакаду перед цехом. Состоянием системы будут текущие времена начала и конца обработки пачек бревен по заданной схеме раскроя, выходными сигналами – потоки обрезных (необрезных) досок, щепа, опил.

Если за объект исследования взять станок из технологического потока цеха, то входными сигналами для станка 1-го уровня деления будет поток бревен к станку, состоянием системы – начало и конец обработки бревна по заданной схеме раскроя, выходной поток – брусья, доски, горбыль, опил.

Исходя из рис. 1, журнал наблюдений в общем виде будет иметь вид таблицы.

В зависимости от задач исследования «Шапка журнала наблюдений» может быть сужена до 2-3 параметров или значительно расширена.

Обработка журнала наблюдений позволит получить значения случайных величин: для 1 – временных t_E^i и размерно-качественных $x_1^i, x_2^i, \dots, x_n^i$ для входного потока; 2 – временных t и размерно-качественных y_1, y_2, \dots, y_n для выходного потока; 3 – состояния системы $t_O^i = t_{KO}^i - t_{HO}^i$ и простоев $t_{ПС}^i$.

Журнал наблюдений

Входной сигнал					Состояние системы $Z(t)$			Выходной сигнал				Примечание
Текущее время поступления сигнала t_E^{i*}	Параметры сигнала				Текущее время начала обработки сигнала $t_{но}^i$	Схема деления сигнала ДС _i	Текущее время конца обработки сигнала $t_{ко}^i$	Параметры сигнала				Причины отклонения от нормального функционирования технологического процесса
	x_1	x_2	...	x_n				y_1	y_2	...	y_n	
* От предыдущего элемента или от внешней среды Е.												

Для указанных случайных величин подбираются вероятностные теоретические законы распределений, зависимости их статистик от доминирующих факторов.

Следует обратить внимание на фиксацию простоев лесотехнического объекта (причины простоев указываются в графе «Примечание» таблицы. На рис. 2 приведена временная диаграмма функционирования станка во времени. Простои станка разделены на три вида: собственные $t_{ПС}^i$, из-за отсутствия лесоматериалов от станков предыдущего уровня деления $t_{ПЗ}^i$ или от внешней среды Е и из-за переполнения питателей лесоматериалами станков последующего уровня деления $t_{ПП}^i$. Исследователя в первую очередь должны интересовать простои $t_{ПС}^i$. Остальные простои можно получить в результате экспериментирования с математической моделью на ЭВМ. Если объектом исследования будет не отдельный станок (как элемент системы), а весь технологический поток цеха, то все три вида простоев останутся.

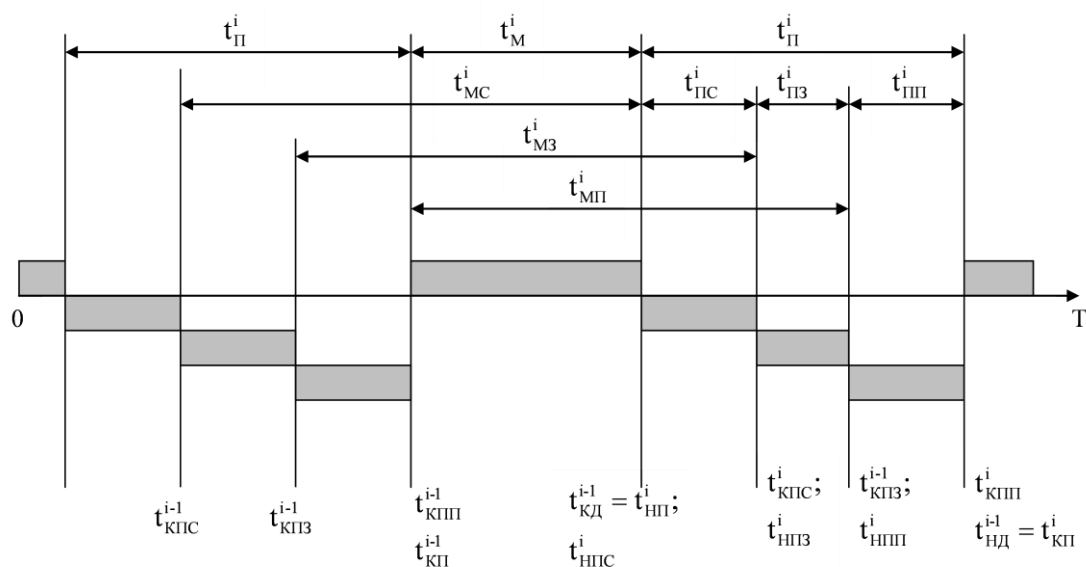


Рис. 2. Временная диаграмма функционирования станка по времени с учетом разделения простоев:

$t_{ПС}^i$ - продолжительность i -го собственного простоя станка i -го уровня деления;
 $t_{ПЗ}^i$ - продолжительность i -го простоя станка i -го уровня деления из-за отсутствия заготовок на буферном устройстве;
 $t_{ПП}^i$ - продолжительность i -го простоя станка i -го уровня деления из-за переполнения буферных устройств станков $i+1$ уровня деления.

Библиографический список

1. Кривоногова А.Н., Чамеев В.В. Задачи анализа и синтеза при проектировании и управлении лесообрабатывающими цехами // Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России: матер. V всерос. науч.-техн. конф. / Урал. гос лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2009. Ч.2. С. 15-16.
2. Харисов П.Е., Чамеев В.В. Методологический подход к созданию стохастической модели лесообрабатывающего цеха лесопромышленного предприятия // Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России: матер. IV всерос. науч.-техн. конф. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2008. Ч. 2, С. 80-83.
3. Харисов П.Е., Чамеев В.В. Методологический подход к созданию модели станка лесообрабатывающего цеха лесопромышленного предприятия // Научное творчество молодёжи – лесному комплексу России: матер. IV всерос. науч.-техн. конф. / Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2008. Ч. 2, С. 87-89.
4. Зырянов О.И. и др. Методический подход к вероятностно-статистическому описанию случайных величин, действующих на технологические процессы лесопромышленных предприятий / О.И. Зырянов, Е.Н. Морозова, Е.В. Гаева, В.В. Чамеев // Матер. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. С. 87-89.

УДК 630682+681,32.

Р.М. Ларионова, А.А. Добрынин

(R.M. Larionova, A.A. Dobrynin)

(Уральский государственный лесотехнический университет)



Ларионова Раиса Максимовна родилась в 1957 г. В 1980 г. окончила Уральский лесотехнический институт. С этого же года работает на кафедре начертательной геометрии и машиностроительного черчения старшим преподавателем. Соавтор учебного пособия, 8 учебно-методических изданий, 2 научных отчетов и 7 печатных статей.



Добрынин Андрей Александрович родился в 1958 г., окончил в 1980 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и машиностроительного черчения УГЛТУ. Имеет 1 учебное пособие (соавтор), 15 учебно-методических разработок, 2 авторских свидетельства, 16 статей в области лесной и целлюлозно-бумажной промышленности.

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА
В КУРСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ 250201, 250203, 0302
(COMPUTER GRAPHICS IN COURSE ENGINEERING
GRAPHS FOR PROFESSIONS 250201, 250203, 0302)**

Рассмотрены проблемы преподавания курса инженерной графики и возможности компьютерных технологий.

Considered problems of the teaching the course engineering graphs and possibility computer technology.

Памятью обладает всё. Память обладает всем. У каждого человека свой способ запоминания. Если есть наработанный опыт, он может храниться в подсознании, связанный с чувственным восприятием мира. Может храниться в сознании, связанный с понятийным восприятием. Всё понятийное вводится через звук, всё чувственное – через цвет. При наличии опыта человек видит знакомую картину, воспринимает ее, слышит знакомые звуки, воспринимает их. Для перехода в незнакомое и невидимое нужны дополнительные усилия. Незнакомое мозг запоминает повтором, специальными схемами, уроками. Разум изобрел огромное количество носителей в виде письма, дисков, пленок. Околomозговое общение составило базис знаний и часто лишает мозг тренировки для памяти.

В графическом образовании инженера лесного хозяйства и ландшафтного строительства, земельного кадастра должны совмещаться устоявшиеся традиции образования и современные инновации. К сожалению, подавляющее большинство первокурсников знакомится с черчением только в вузе. Об этом говорят результаты входного тестирования по предмету (15-20 % студентов готовы к дальнейшему изучению дисциплины в вузе).

Поэтому традиционному обучению предмету «Инженерная графика» отводится значительная часть учебной программы. Интернет-экзамен, проведенный в декабре 2008 г. по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» на ЛХФ, показал, что самостоятельная работа без лекционного материала студентами воспринимается крайне тяжело. В прошедшем году деканат ЛХФ выделил 38 ч на лекции. В результате при повторении этого же материала на практических занятиях мозг обучающихся лучше запоминает. Студенты проявляют больше самостоятельности в выполнении чертежей.

Традиционная фундаментальная подготовка инженеров означает еще и преобладание системообразующих знаний с ориентацией на профессиональную деятельность.

Предмет «Инженерная графика» изучается на ЛХФ на 1 курсе. На этом же курсе изучаются студентами дисциплины «Информатика» и «Геодезия». Компьютерная графика в курсе «Инженерной графики» на ЛХФ занимает 12 ч. За это время студенты успевают познакомиться с системой «ACAD» и выполняют чертеж, ориентированный на профессиональную деятельность, – «Топографический план местности» [1, 2]. Чертеж в понимании этой системы – это описание графического образа на основе введения в компьютер определенных команд. Все топографические знаки чертежа описываются командами, которые вводятся с клавиатуры либо выбираются из меню «ACAD». Есть возможность выбирать любые типы линий, шрифт, цвет. При сравнительно минимальном обучении пользователя появляется возможность быстрого введения информации, и самое главное, ее редактирования при соответствующих изменениях на плане местности. Подобный чертеж студенты выполняют на «Геодезии», только выполняют его традиционно. Задача компьютерной графики – показать удобство редактирования и компактность хранения подобных чертежей.

Изучение дисциплин графического профиля развивают пространственное воображение и проективное видение, логику и мышление, способность к анализу и синтезу, а также навыки полученных знаний в конструкторской практике с применением современных компьютерных технологий.

Библиографический список

1. Условные знаки для топографических планов. М.: Картогеоцентр-Геодезиздат, 2000.

2. Ларионова Р.М. Применение графического пакета «AutoCAD» в топографическом черчении. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004.

УДК 514.18:332

А.А. Добрынин, Р.М. Ларионова

(A.A. Dobrynin, R.M. Larionova)

(Уральский государственный лесотехнический университет)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ
ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ
ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА
(USING THE METHODS TO DESCRIPTIVE GEOMETRY
FOR DECISION APPLIED PROBLEM CADASTRE
OF THE LAND)**

На примерах показано применение методов начертательной геометрии для решения прикладных задач земельного кадастра.

On example is shown using the methods to descriptive geometry for decision applied problem cadastre of the land.

При выполнении проектно-изыскательных, топографо-геодезических работ для целей землеустройства, разработке землеустроительных, градостроительных и других проектов использования земель возникает необходимость специалистам по земельному кадастру графически решать задачи, связанные с определением границ земляных работ при строительстве различных земляных сооружений, нахождением точек пересечения различных трубопроводов с топографической поверхностью рельефа местности, определением формы плоской фигуры сечения поверхности земли плоскостью (площадок и т.д.). Такие задачи решаются методами начертательной геометрии: методом проекций с числовыми отметками.

Рассмотрим несколько примеров.

Пример 1

Дано:

1. План местности в горизонталях.
2. План проектируемой горизонтальной площадки.
3. Уклоны откосов насыпи и выемки ($i_H = 2/3$, $i_B = 1/1$).
4. Высотная отметка площадки (40 м).

Требуется:

1. Построить план откосов насыпи и выемки.
2. Изобразить линии взаимного пересечения откосов.
3. Определить границу земляных работ, т.е. линии пересечения откосов с поверхностью земли.

Порядок решения задачи

Сопоставляя отметку площадки с отметками горизонтальной топографической поверхности, определяют, какая часть сооружения окажется ниже поверхности земли (там будет выемка) и какая часть – выше (насыпь).

1. Построение откосов насыпи и выемки

Для построения откосов горизонтальной площадки необходимо определить интервалы откосов насыпи L_H и выемки L_B . Интервалы можно определить графически с помощью углового масштаба уклонов или аналитически как величины, обратные уклону:

$$L_H = \frac{1}{i_H}; \quad L_B = \frac{1}{i_B}.$$

Угловой масштаб уклонов строится следующим образом (см. пример выполнения эюра, рис. 1). На основе линейного масштаба 1:200 строится сетка квадратов, сторона каждого квадрата равна единице длины. Через точку О проводится прямая заданного уклона. Например, для построения углового масштаба уклонов $i_H = 2/3$ необходимо отсчитать от точки О в горизонтальном направлении 3 единицы (заложение), а в вертикальном направлении – 2 единицы (превышение) и полученную точку q соединить с точкой О. Луч О - q отсекает на горизонталях отрезки, кратные длине интервала. Длина отрезка 1-S первой горизонтали масштаба равна интервалу.

Определив интервал выемки и насыпи, строим масштабы уклонов проектируемых откосов перпендикулярно сторонам площадки. На рис.1 на плане местности построены совмещенные масштабы уклонов, проходящие через точки М и N (для выемки – левая шкала, для насыпи – правая).

Затем строим горизонталь откосов перпендикулярно масштабу уклонов или параллельно кромкам площадки. Если кромкой площадки является дуга окружности, то откосом к ней будет поверхность прямого кругового конуса. Горизонталь этого откоса представляют собой концентрические окружности с определенным интервалом. Следует обратить внимание на то, что горизонталь откосов на чертеже должны быть строго параллельны между собой, а интервалы соответствовать заданной величине.

2. Построение линии взаимного пересечения откосов

При пересечении двух прямолинейных откосов получается прямая линия, которая определяется двумя общими точками. Такие точки находятся на пересечении одноименных горизонталей (имеющих одинаковые отметки).

При пересечении криволинейной поверхности откоса с прямолинейной получается кривая линия, которая определяется рядом общих точек тем же методом.

3. Определение границы земляных работ или линии пересечения откосов выемки и насыпи с поверхностью земли

Эта линия проходит через точки взаимного пересечения одноименных горизонталей откосов и топографической поверхности.

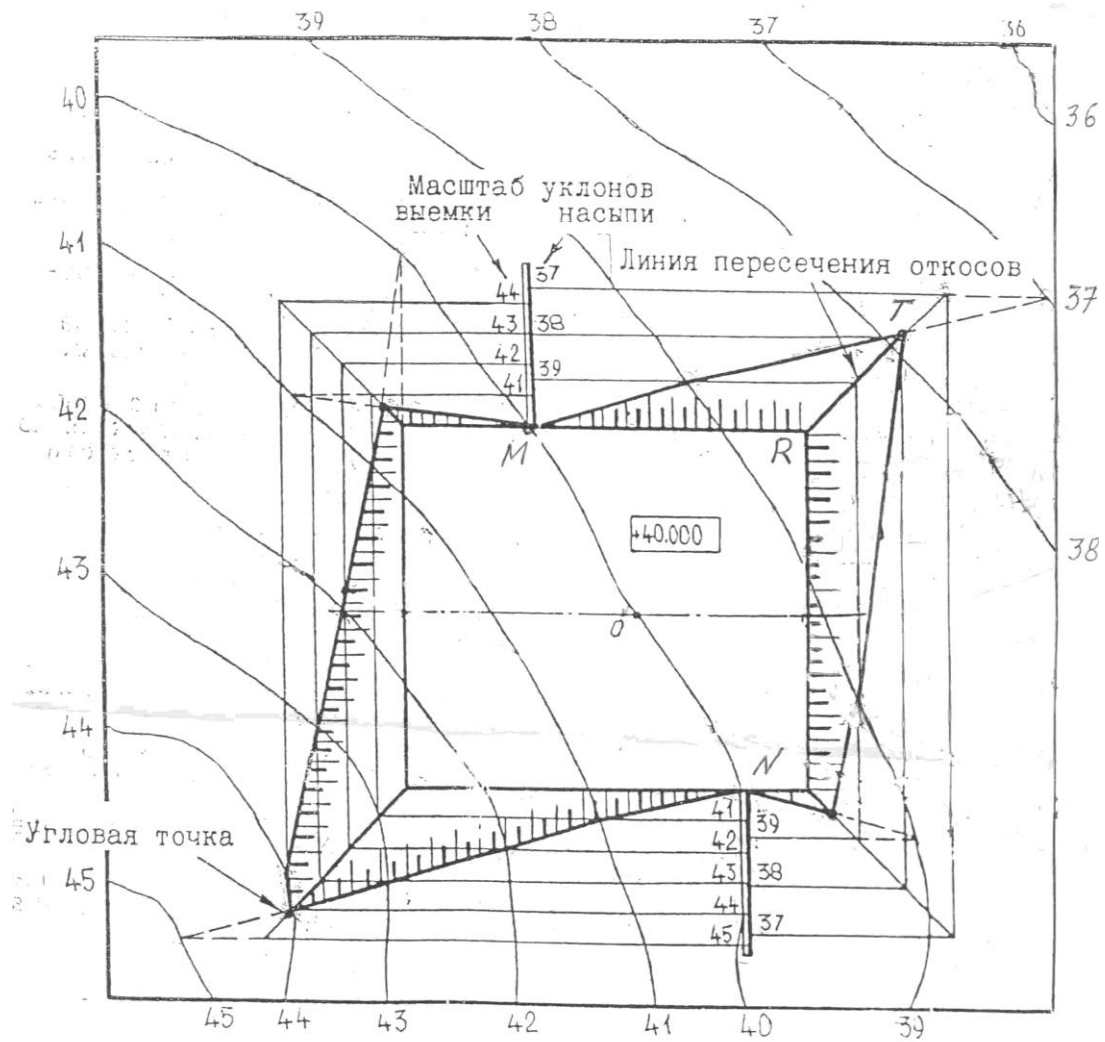
Угловая точка T и другие (см. рис. 1) заслуживают особого внимания. Эти точки получаются при взаимном пересечении трех поверхностей (двух откосов и топографической поверхности), следовательно, в них должны сходиться три линии пересечения этих поверхностей. Для построения угловой точки можно использовать любые две линии (из трех) пересечения поверхностей. Так, на рис. 1 точка T построена на пересечении двух линий: RT – линии взаимного пересечения откосов и MT – линии пересечения откоса с топографической поверхностью. В случае, если угловая точка получается между горизонталями, то для ее построения один из откосов (на рис.1 откос MRT) и линия пересечения его с топографической поверхностью (MT) продолжают за линию взаимного пересечения откоса (RT). Для этого на рис. 1 проведена дополнительная горизонталь откоса с отметкой 37 и продолжена до пересечения с одноименной горизонталью местности. Описанные вспомогательные построения должны быть показаны на чертеже штриховыми линиями.

Пример 2

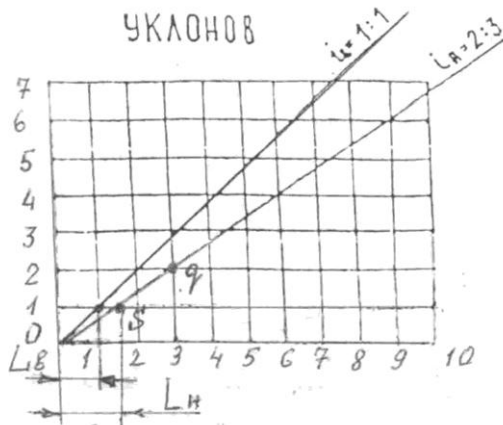
На рис. 2 даны план местности в горизонталях и плоскость общего положения P , заданная масштабом уклона p_1 . Требуется определить линию пересечения поверхности плоскостью. Для решения задачи проведем горизонтали плоскости перпендикулярно масштабу уклонов. Соединив точки пересечения горизонталей плоскости и поверхности, имеющие одинаковую отметку, получим искомую линию пересечения. В данном случае она состоит из двух кривых l и m [1].

Пример 3

Найти точки пересечения трубопровода AB с поверхностью земли (рис.3). В качестве вспомогательной плоскости, проходящей через прямую AB , возьмем произвольную плоскость. Через интервалы прямой проведем параллельные линии в произвольном направлении, которые примем за горизонтали произвольной плоскости, проходящей через прямую. Точки пересечения одноименных горизонталей плоскости и поверхности определяют линию k их пересечения. Точки C и D пересечения прямой с кривой k являются искомыми точками пересечения трубопровода AB с поверхностью земли [1].



Угловой масштаб
УКЛОНОВ



Линейный масштаб

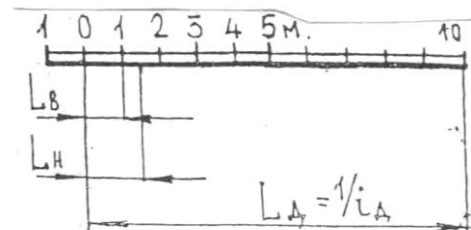


Рис. 1. Определение границ земляных работ

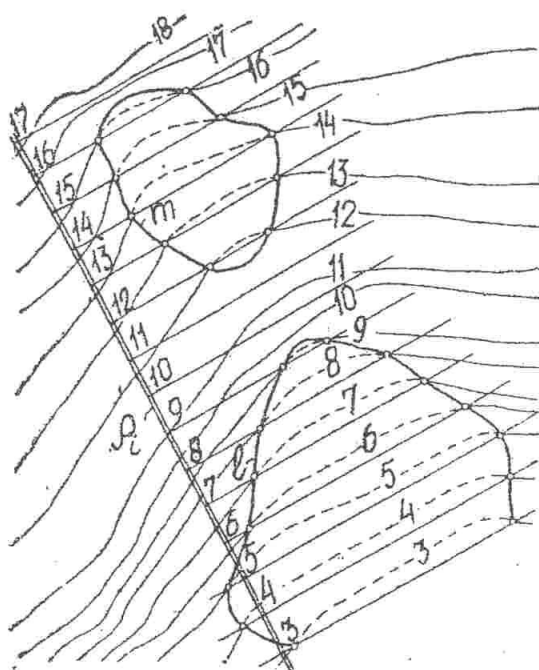
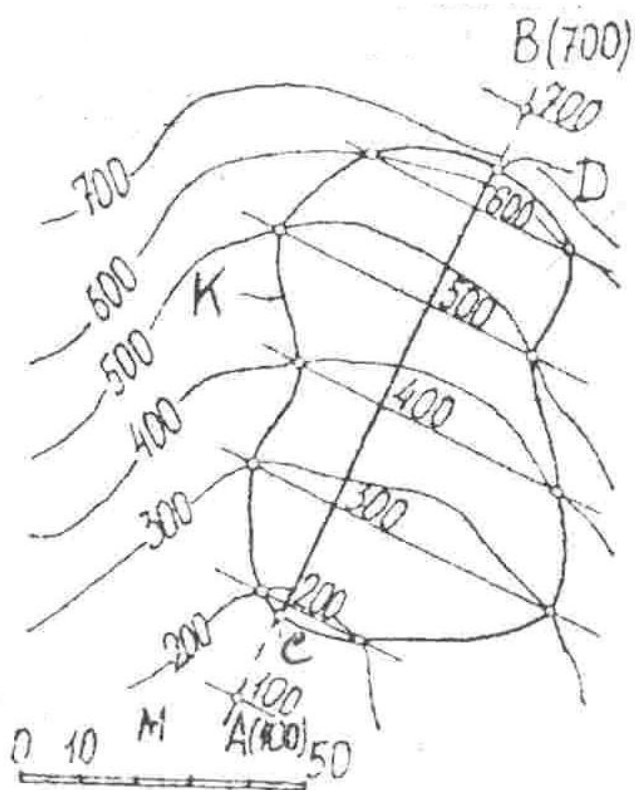


Рис. 2. Определение линии пересечения топографической поверхности плоскостью



Пример 4

Построить проекцию откосов котлована, если его дно горизонтально. Отметка дна известна, как и уклон откосов (рис. 4, а). Отметка поверхности земли принята равной нулю. Проведем проекции линии наибольших наклонов всех откосов перпендикулярно соответствующим сторонам дна котлована (рис. 4, б) (горизонтالي откосов). Интервалы для плоскости каждого откоса обратно пропорциональны уклонам. Так, у правого откоса интервал равен двум единицам длины. Отложив его пять раз вдоль проекции линии наибольшего наклона, получим точку с нулевой отметкой, через которую проведем линию пересечения откоса с землей параллельно стороне дна котлована. Также найдем соответствующие линии и для других откосов. Точки их пересечения и углы контура дна котлована определяют линии пересечения откосов между собой [2].

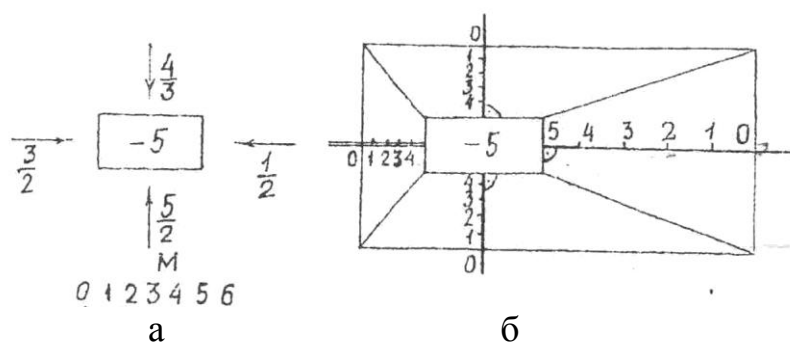


Рис. 4. Построение откосов котлована: а – исходные данные; б – решение задачи

Библиографический список

1. Засов В.Д. Проекция с числовыми отметками. М.: Росвузиздат, 1970. 155 с.
2. Тимофеев И.В., Устольская Т.И. Основные понятия о проекциях с числовыми отметками. Л.: ЛИИЖТ, 1975. 105 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Азаренок В.А., Залесов С.В., Булдаков С.И., Новоселов В.Г.</i> 80 лет высшему лесотехническому образованию на Урале	3
<i>Чернов Н.Н.</i> 180-летний опыт Уральского лесоустройства и его значение в лесном хозяйстве	10
<i>Мухин В.А., Воронин П.Ю., Хононзон Г.А., Диярова Д.К.</i> Эмиссия метана из живой стволовой древесины	16
<i>Фрейберг И.А., Стеценко С.К.</i> Возможность ремедиации почв лесных питомников с помощью микроорганизмов	22
<i>Чугайнова М.В., Сандаков О.Н., Грачев В.А., Силин П.А., Зверев А.А.</i> Обеспеченность подростом хвойных пород спелых и перестойных насаждений в условиях средней подзоны тайги Урала	28
<i>Клобуков Г.И.</i> Связь низовых пожаров с дефолиацией древостоев и морфофизиологическими показателями непарного шелкопряда	33
<i>Магасумова А.Г., Стародубцева Е.А., Фролова Е.А.</i> Влияние рекреационных нагрузок на деструкцию целлюлозы	39
<i>Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Иванчиков С.В.</i> Определение объемов древесных стволов и запасов послеветровального древостоя ...	45
<i>Денеко В.Н.</i> Сравнительная характеристика деревьев различной категории смолопродуктивности	54
<i>Веселкин Д.В.</i> Способ разделения вкладов несимбиотических и симбиотических параметров подземных органов в развитие надземных органов эктомикоризных растений	57
<i>Еремеев А.А., Федотова О.А., Бобыкина Е.Г., Чамеев В.В.</i> Статистические наблюдения за функционированием лесотехнического объекта	64
<i>Ларионова Р.М., Добрынин А.А.</i> Компьютерная графика в курсе инженерной графики для специальностей 250201, 250203, 0302	69
<i>Добрынин А.А., Ларионова Р.М.</i> Применение методов начертательной геометрии для решения прикладных задач земельного кадастра	71



Научное издание

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

Выпуск 1(35) 2010

Редактор Е.Л. Михайлова
Компьютерная верстка О.А. Казанцевой

Подписано в печать 25.06.10	Формат 60x84 1/8
Бумага тип № 1	Печать офсетная
Усл. печ. л. 4,65	Тираж 100 экз.
	Уч.-изд. л. 4,06
	Заказ №

Уральский государственный лесотехнический университет
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Размножено с готового оригинал-макета
Типография «Уральский центр академического обслуживания».
620219, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91.